

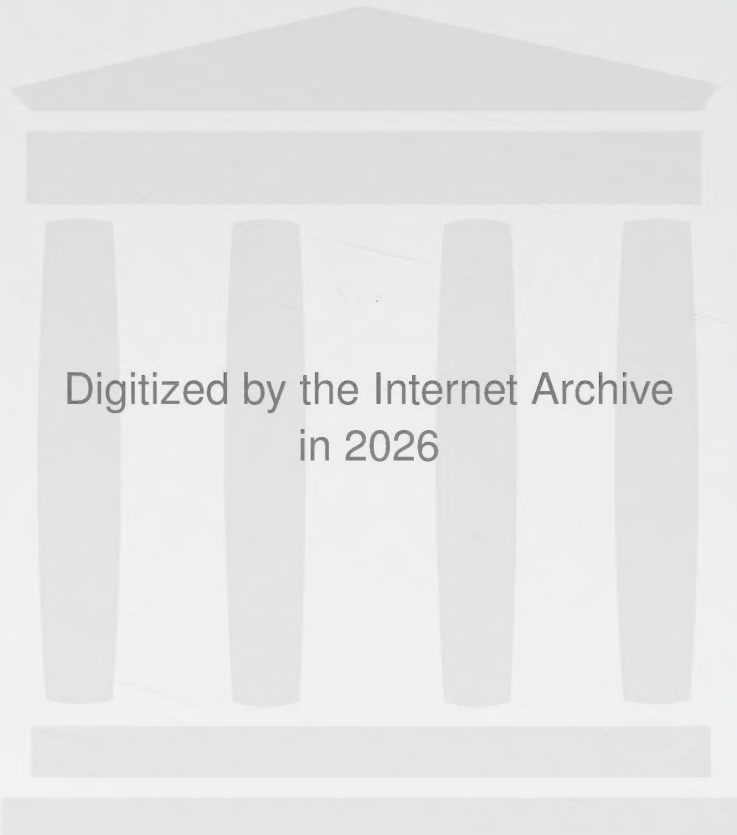
**ERGEBNISSE DER BEHANDLUNG VON  
FRAKTUREN DES HANDSKELETTS  
MIT DEM KLEINFRAGMENTINSTRUMENTARIUM  
DER AO  
(1965 - 1970)**

Michael Olzowy

1974







Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41551921\\_0084](https://archive.org/details/IA41551921_0084)

Aus der  
Chirurgischen Klinik  
der Universität München

Direktor :  
Prof. Dr. Heberer

ERGEBNISSE DER BEHANDLUNG VON FRAKTUREN  
DES HANDSKELETTS  
MIT DEM KLEINFRAGMENTINSTRUMENTARIUM DER AO  
( 1965 - 1970 )

Inauguraldissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
in der gesamten Medizin  
verfaßt  
und einer Hohen Medizinischen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Michael Olzowy  
München

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. K. Wilhelm

2. Berichterstatter: Prof. Dr. G. Heberer

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 10.9.1974



## GLIEDERUNG

### A Einleitung - Zweck der Arbeit

### B Allgemeiner teil

#### I. Besondere Problematik der Frakturen

1. Anatomische Besonderheit der Hand
2. Funktionelle Bedeutung und Bewegungen der Hand
3. Die psychische Komponente

#### II. Die Frakturen im Handbereich

1. Frakturarten
2. Fraktursymptome
3. Sonderfälle
  - a. Pseudarthrose
  - b. Fehlstellung
  - c. Arthrodesen
4. Die einzelnen Frakturen, Ihre Zeichen und Komplikationen
  - a. Brüche der Mittelhandknochen
  - b. Frakturen der Phalangen
    - Grundglied
    - Mittelglied
    - Endglied
  - c. Verletzungen des Daumens
  - d. Brüche des ersten Mittelhandknochens

#### III. Die Behandlungsmethoden

1. Bisherige Behandlungsmethoden
  - a. Schienung mit Drahtschiene und Gipsschiene
  - b. Extension mit Heftpflasterzug, Draht oder Drahtbügel
  - c. Kirschnerdrahtmethode
  - d. Drahtcerclage

2. Vor- und Nachteile der bisherigen Behandlungsmethoden
  - a. Nachteile
  - b. Vorteile
3. Die AO - Behandlung
  - a. Ziele der AO - Technik
  - b. Methoden der AO :
    - 1' Interfragmentäre Kompression
    - 2' axiale Kompression
  - c. Voraussetzungen für die operative Knochenbruchbehandlung und Anmerkungen zur OP - Technik
  - d. Beispiel für das operative Vorgehen
  - e. Zeitpunkt der Operation
  - f. Materialentfernung
  - g. Indikationsstellung
  - h. Nachteile der AO - Methode
  - i. Vorteile der AO - Methode

## C Statistik

### I. Übersicht

- a. Geschlechtsverteilung
- b. Gebrauchshand und verletzte Handseite
- c. Altersverteilung
- d. Unfallursachen und Zahl der schweren kombinierten Verletzungen
- e. Berufsverteilung
- f. Operationszeitpunkt
- g. Dauer des Krankenhausaufenthaltes bei Erstoperation
- h. Dauer der Arbeitsunfähigkeit
- i. Nachbehandlung mit Krankengymnastik
- k. Zeitabstand zwischen Operation und Untersuchung
- l. Verwendetes Operationsmaterial
- m. Verteilung der Brüche auf die verschiedenen Handknochen

## II. Die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Teile der Hand

### a. Untersuchungsmethoden und Ergebnisse der einzelnen Handteile

1. Funktionelles Ergebnis der Strahlen II - V
  - a' Funktionelles Ergebnis
  - b' Aufschlüsselung der Faktoren, welche die Erzielung eines günstigen Behandlungsergebnisses erschweren.
2. Funktionelles Ergebnis des ersten Strahles
  - a' Funktionelles Ergebnis
  - b' Aufschlüsselung der Faktoren, welche die Erzielung eines günstigen Behandlungsergebnisses erschweren
3. Kraftmessung
4. Griffornen
5. Narbenverhältnisse
6. Durchblutung
7. Nervenverhältnisse
  - a' Münzaufsammeltest
  - b' Zwei-Punkte-Unterscheidungsvermögen
8. Hautbeurteilung
9. Tinnel'sches Zeichen
10. Morbus Sudeck
11. Messung des Handumfanges
12. Röntgenaufnahmen

### b. Vergleich der Ergebnisse

1. Metacarpale II - V
2. Grundglieder II - V
3. Mittel- und Endglieder II - V
4. Bennett'sche Fraktur
5. Metacarpale I
6. Grundglied D I
7. Endglied D I

## D Diskussion



## A. Zweck der Arbeit

Nach Einführung der Osteosynthese 1958 durch die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese hat sich diese Methode der Knochenbruchbehandlung für die geeigneten Frakturen der langen Röhrenknochen und im Bereich der großen Gelenke in kurzer Zeit durchgesetzt.

Daher existieren über diese Anwendungsgebiete bereits ausführliche Statistiken, die eine Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten und Erfolgsaussichten erlauben.

Die operative Behandlung von Handknochenbrüchen mit dem bald nach der Einführung der AO - Methode von der Firma Synthes entwickelten Kleinfragmentinstrumentarium hat dagegen noch keine so weite Verbreitung gefunden. Daher existieren auch nur wenig Dokumentationen über die Ergebnisse dieser Behandlungsmethode.

Die folgende Arbeit will an Hand von Nachuntersuchungen an Patienten, die in den Jahren von 1965 bis 1970 in der Chirurgischen Klinik der Universität München von Herrn Dr. Pannike und Herrn Dr. Wilhelm operiert wurden, eine umfassende Übersicht über die Ergebnisse dieser Behandlungsmethode an der Münchner Klinik geben.

Zweck der Arbeit ist es, den Chirurgen, die Handknochenbrüche in ausreichender Zahl mit den bisherigen Behandlungsmethoden behandelt haben, die Möglichkeit des Vergleichs ihrer eigenen Ergebnisse mit den AO - Ergebnissen zu geben, und an Hand der Erfolgsstatistik festzustellen, für welche Brüche sich die Behandlung mit der AO - Methode besonders empfiehlt.

Ein direkter Vergleich der verschiedenen Behandlungsmethoden ist leider nicht möglich, da es nur unzulängliche Ergebnisstatistiken der bisherigen Behandlungsmethoden gibt.

I Besondere Problematik der Frakturen der Hand

Die besondere Problematik der Frakturen der Hand hat verschiedene Ursachen.

Als erstes ist die anatomische Besonderheit der Hand zu nennen, wo Stützapparat und bewegte Teile, Nervenversorgung und Blutgefäßversorgung auf engstem Raum dicht beieinander liegen. Die meisten Verletzungen sind daher kombinierte Verletzungen. (3,20)

Zweitens hat die Hand eine große funktionelle Bedeutung als wichtigstes Arbeitsinstrument des Menschen, das zu diesem Zweck eine hohe anatomische Präzision aufweist. (5c)

Als drittes muß man die psychische Wirkung der Hand berücksichtigen, die als menschliches Ausdrucksmittel ( Gestik ) nicht viel weniger bedeutend einzuschätzen ist, als die Mimik des Gesichtes. (20)

## 1. Anatomische Besonderheit der Hand

Die Häufigkeit von Nervenläsionen, Durchblutungsstörungen und Verwachsungen ist nach Handverletzungen höher als bei irgend einem anderen Teil des Körpers. Die komplizierte Bewegungskette mit 3 dicht hintereinander geschalteten Gelenken in jedem Strahl und einer Vielzahl von ansetzenden Muskeln und Sehnen, bedingen eine besonders große Verletzlichkeit der Hand. (5a)

Die doppelten Sehnen des tiefen und oberflächlichen Fingerbeugers und die langen, unmittelbar den Knochen anliegenden Gleitlager der Extensoren sind mit zu berücksichtigen.

Anatomisch besonders für die Bedürfnisse der Hand geformt sind die Grundgelenke der Finger, die in Streckstellung Seitbewegungen erlauben, da hierbei die breite Gelenkfläche der Basis der ersten Phalangen auf dem schmalen dorsalen Teil der Metacarpalköpfchen aufliegt. Die Seitenbänder sind dabei erschlafft und in Beugestellung starr fixiert, da hierbei die Basis der Phalangen auf dem breiten palmaren Teil der Metacarpalköpfchen aufliegt und die Seitenbänder gestrafft sind. (5a, 5d, 20)

Besonders geformt ist ferner das 1. Carpometacarpalgelenk, das Sattelgelenk des Daumens, das die als Opposition bezeichnete Drehbewegung zur Gegenüberstellung gegen die übrigen Finger und die Hohlhandfläche erlaubt. (20)

Für die operative Versorgung von Frakturen der Handknochen fällt besonders der beträchtliche Größenunterschied gegenüber den langen Röhrenknochen ins Gewicht, der es bisher nahezu unmöglich machte, das an diesen schon länger mit Erfolg erprobte Instrumentarium zur operativen Behandlung auch an der Hand anzuwenden. (2)

## 2. Funktionelle Bedeutung und Bewegungen der Hand

Die Hauptfunktion der Hand ist der Greifvorgang.

Zu den Einzelbewegungen, die dabei in präziser Weise zusammenlaufen, ist folgendes zu sagen: (5a)

Die Bewegung der Hand ist von einer angedeutet dorsal konkaven Krümmung bis zur Kugelform der Faust möglich. Die Fingerspitzen sind bei geöffneter Hand weit abgespreizt und kommen beim Fausschluß zusammen.

Die Hand kann mit Hilfe der Fingernägel Gegenstände von der Größe eines kleinen Samenkornes, mit konvergierenden Fingerspitzen von über Nußgröße und mit gespreizten Fingern einen bis zu 20 cm Durchmesser großen Ball aufheben. Mit beiden Händen können viel größere Gegenstände ergriffen werden. Der Carpus und das zweite und dritte Metacarpale bilden den feststehenden Teil der Hand. Radial davon bewegt sich der Daumen am Carpus und ulnar davon haben das vierte und fünfte Metacarpale eine beträchtliche Bewegungsfreiheit gegenüber dem Carpus und ermöglichen dadurch die quere Beweglichkeit der Hand.

## Wölbungen der Hand (5a,20)

Die Hand hat zwei Quergewölbe im Bereich der Mittelhandköpfchen und in Höhe der distalen Carpalreihe.

Die Muskeln des Thenar und Hypothenar mit Ausnahme der beiden Abduktoren stabilisieren diese beiden Quergewölbe. Sie ziehen die beiden randständigen Strahlen zum Carpus. In geringem Maße unterstützt dies der *M. palmaris longus*, da er zur Mitte des *retinaculum flexorum* zieht. Von diesen Wölbungen hängt die Kraft des Druckes der Handfläche, die Opposition des Daumens und des kleinen Fingers, die Fähigkeit, einen Ball zu fassen, sowie die Konvergenz der Finger bei Beugung ab. Bei flacher Hand ist der Carpus breiter als lang, bei gewölbter Hand ist er länger als breit.

Die Hand bildet bei teilweiser Beugung eine Halbkugel mit der Konvexität an der Dorsal- und der Konkavität an der Palmarseite. Beim Faustschluß verstärken sich die Quergewölbe der Hand.

Durch das Kippen der Bewegungsachsen der Fingergrundgelenke bei der Verstärkung des Metacarpalgewölbes spreizen sich die Finger bei Streckung, um größere Gegenstände fassen zu können, und konvergieren bei Beugung wie die "Fänge eines Falken". Die ausgestreckten Finger sind verschieden lang; der Mittelfinger ist der längste. In mittlerer Beugung aber stehen ihre Spitzen in einer Ebene. Beim Fassen verschieden großer Bälle sind die Fingerspitzen immer in einer Ebene angeordnet. Wird die offene Hand auf eine flache Unterlage gelegt und dann langsam zur Faust gebeugt, so bleiben daher die Spitzen aller fünf Finger in dieser Ebene, bis die Beugung zu zwei Dritteln

durchgeführt ist.

Bei vollständiger Beugung tritt dann wieder die Ungleichheit zutage, wobei die Spitze des Mittelfingers am weitesten vorsteht und die übrigen Finger sich in das quere Handgewölbe legen.

Diese Erscheinung dient zum Greifen verschieden großer Gegenstände.

## Mechanik und Fingerbewegungen (5a)

Bei gebeugtem Finger ist der vorstehende Teil eines jeden Gelenkes das Ende des proximalen zugehörigen Gelenkskörpers, das heißt, daß die Fingergelenke so wie das Knie Scharniergelenke sind, bei denen die Phalanx bei der Beugung an die Stelle gleitet, wo sie der palmaren Fläche des proximalen Gelenkskörpers gegenüber steht.

Es liegen daher die Beugefalten der Hohlhand und der Finger bei Beugung gegenüber dem proximalen Gelenkskörper und der proximalen Begrenzung des distalen Knochens.

Die Fingergrundgelenke können  $90^{\circ}$  -  $100^{\circ}$ , die Mittelgelenke  $110^{\circ}$  -  $130^{\circ}$  und die Endgelenke  $45^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  gebeugt werden.

Alle Fingergelenke zeigen in Streckstellung eine gewisse seitliche Beweglichkeit, jedoch keine in Beugstellung. Dies dient zum festeren Greifen von Gegenständen. Diese Tatsache ist bei den Fingergrundgelenken am ausgeprägtesten und hat zwei Ursachen, nämlich die Form der Metacarpalköpfchen und den Spannungszustand der Collateralbänder. Die Gelenksflächen der Metacarpalia sind antero-posterior an der Streckseite sehr schmal, jedoch an ihrer Palmarseite breit und flach, wo sie die flachen Enden der Grundglieder aufnehmen, um die Finger bei Beugung breit und fest zu unterstützen.

Die Seitenbänder sind bei gestrecktem Finger locker und bei gebeugtem Finger gespannt.

Diese beiden Faktoren verhindern in Beugstellung jede seitliche Bewegung.

Die Seitenbewegung der Fingergrundgelenke ist nur bei gestrecktem Finger möglich. Sie ist bei den beiden randständigen Fingern, dem Kleinfinger und dem Zeigefinger, am größten und beträgt  $60^{\circ}$  beziehungsweise  $50^{\circ}$  und beim Mittel- und Ringfinger geringer und beträgt hier  $40^{\circ}$  beziehungsweise  $30^{\circ}$ .

Die vier dorsalen Interossei abduzieren die Finger vom Mittelfinger und die drei palmaren adduzieren sie. Die Lumbricales unterstützen diese Bewegung an der Seite, an der sie liegen, das ist fast immer radial.

In Streckstellung hat jeder Finger die Möglichkeit der Circumduktion, die durch die kombinierte Wirkung der verschiedenen angreifenden Muskeln entsteht. Alle Finger können so weit gebeugt werden, daß sie ihre Basis berühren. Die Spitzen der Finger stehen dann in gleicher Höhe. Wird die Beugung dann auch in den Fingergrundgelenken weitergeführt, so berühren die Fingerspitzen die distale Hohlhandbeugefalte und legen sich in das Quergewölbe der Hohlhand.

Die Sehnen des M. flexor digitorum profundus kommen aus einem gemeinsamen Muskel und anastomosieren auch untereinander in der Wurzel der Hohlhand. Wird daher einer der Finger in Streckstellung gehalten (am wenigsten beim Zeigefinger), so können die benachbarten Finger zwar passiv, jedoch nicht aktiv voll gebeugt werden.

Die Sehnen des M. extensor digitorum entspringen aus einem gemeinsamen Muskel und sind über den Knöcheln durch quere Bänder miteinander verbunden. Wird daher ein Finger in voller Beugung gehalten, so können die benachbarten Finger zwar passiv, jedoch nicht aktiv voll gestreckt werden.

Ist deshalb eine Sehne in der Narbe eines Amputations-  
stumpfes fixiert, so ist die Beweglichkeit der anderen  
Finger behindert.

## Daumenbewegungen (5a)

Der Daumen steht kegelförmig neben oder vor den übrigen Mittelhandknochen.

In voller Streckung kann er circumduziert werden und beschreibt dabei mit seiner Spitze annähernd einen Kreis, der von der Ulnarseite der Hand in der Nähe der Basis des Kleinfingers entlang der Palmarseite der Finger bis zur mittleren Beugefalte des Zeigefingers zieht. Von hier aus verläuft er in einer Kurve zuerst etwas nach streckseitig der Ebene der Hohlhand um dann in Opposition wieder zu seinem Ausgang an der ulnaren Handkante zurückzukehren.

Bei der Berührung von Daumen- und Zeigefingerspitze entsteht ein rundes "O" und bei der Berührung der Spitze des kleinen Fingers eine Ellipse. Bei Beugung und Adduktion erreicht der Daumen die ulnare Kante der Hohlhand an der Basis des Kleinfingers, bei Streckung reicht er 2,5 cm hinter die Ebene des Handrückens. Er kann fast bis zu einem rechten Winkel von der radialen Begrenzung der Hand abgespreizt werden. In vielen Fällen kann sein Endgelenk überstreckt werden, bei abnorm beweglichen Gelenken auch sein Grundgelenk.

Bei der Opposition erreicht seine Spitze einen Punkt 8 cm gegenüber der Basis des Mittelfingers. Wenn der Daumen adduziert ist, steht sein Nagel in einem rechten Winkel zur Handfläche. Greift der Daumen im Sinne der Opposition nach vorne, so beginnt seine Drehung nach dem ersten Drittel dieser Bewegung, die hauptsächlich im Sattelgelenk und in geringerem Ausmaß auch in allen anderen Daumengelenken erfolgt, bis auf dem Höhepunkt der Opposition der Nagel des Daumens parallel

mit der Handfläche steht und die Fingerbeere des Daumens denen der anderen Finger gegenübersteht. Daumen und Finger bewegen sich dann genau gegeneinander. Das Trapezium bewegt sich mit dem Daumen über dem abgerundeten distalen Ende des Scaphoideum, das bei der Opposition ebenfalls nach palmar kippt. Die Beugebewegung erfolgt vor allem im Grundgelenk und die Drehung im Sattelgelenk, es beteiligen sich aber alle Gelenke des Daumens bis zu einem gewissen Ausmaß an diesen Bewegungen. Der Abductor pollicis brevis zieht den Daumen nach radial und dreht ihn im Sattelgelenk im Sinne der Pronation. Der Flexor pollicis brevis kann das Daumenendgelenk strecken, nachdem er das Grundgelenk gebeugt hat.

Der Daumen reicht bei gestreckter Hand gewöhnlich bis zur mittleren Beugefalte des Zeigefingers. Er überragt diese, wenn das Handgelenk nach radial gebeugt ist und er reicht bei Ulnarbeugung des Handgelenkes bis etwa 12 mm zentral dieser Falte.

Bei der Beugung weicht das Daumenendgelenk auch etwas nach radial ab, um große Gegenstände besser fassen zu können. Die des Daumens und des Zeigefingers erfolgt gewohnheitsmäßig zusammen und die Bewegung des einen löst gewöhnlich eine Bewegung des anderen aus.

Der Daumen kann einen Bereich der Hand berühren, der den distalen Teil der Hohlhand, die palmare und radiale Oberfläche jedes Fingers, die radiale Hälfte der Streckseite jedes Fingers und die ulnare Hälfte des Zeigefingers und des Mittelfingers mit einschließt. Mit der langen Extensorsehne allein kann der Daumen gegen die radiale Seite der Hand

gepreßt werden.

Der M.abductor pollicis longus ist notwendig, um den Thenar an der Seite der Hand zu fixieren. Ohne diesen Muskel sinkt der Thenar nach vorne durch und der Daumen ist wertlos. Der Griff des Daumens gegen den Zeigefinger und den Mittelfinger ist kräftiger als gegen den Ringfinger und den Kleinfinger, da die Adductoren des Daumens vom Metacarpale des dritten Fingers entspringen.

## Koordination der Bewegungen (5a)

Fast nie wird eine Bewegung von einem Muskel und einer Sehne allein ausgeführt. Die Bewegungen erfolgen durch das Zusammenspiel einer Gruppe von Muskeln und Sehnen, von denen einige die Bewegung im Wesentlichen ausführen, andere die Richtung dieser Bewegung abändern und wieder andere die Bewegung hemmen, um sie zu verlangsamen und zu koordinieren.

Neben den Muskelgruppen, die auf diese Gelenke selbst einwirken, beteiligen sich viele Muskeln proximal davon bis zur Verbindung des Armes mit dem Körper, um ihn zu stabilisieren, damit die distalen Gelenke bewegt werden können.

## Stabilisation und beugende Wirkung (5a)

Diese stabilisierende Wirkung erfolgt auf zwei Arten:

Einerseits durch den Tonus und die willkürliche Kontraktion der Muskeln, die in der Achse des Gliedes ziehen und die Knochen in den Gelenken fest aufeinanderpressen und andererseits dadurch, daß die proximalen Gelenke in Beugung oder Streckung fixiert werden, damit die distalen Gelenke bewegt werden können.

Als konkretes Beispiel dafür müssen wir beim Faustschluß zuerst das Handgelenk mit den Streckern in Dorsalflexion fixieren, um den Fingern die Beugung zu ermöglichen; sonst würde das Handgelenk in Beugestellung sinken und die Kraft des Griffes würde verlorengehen. Daher wird beim Greifen der Ursprung der Handgelenksstrecker unter Spannung gesetzt.

Ein anderes Beispiel ist die Bildung eines kräftigen "O" zwischen Daumen und Zeigefinger. Dazu muß der M. abductor longus des Daumens das Carpometacarpalgelenk in Streckstellung stabilisieren und die Mm adductor und flexor brevis des Daumens müssen das Grundgelenk in Beugung fixieren.

Fehlt eine dieser stabilisierenden Komponenten, so wird die Wölbung des Daumens zerstört, da das Grundgelenk in Streckung sinkt und der Griff geschwächt wird.

Stabilisieren die Sehnen des M. extensor communis die Finger nicht in Streckstellung, so können die Lumbricales und Interossei die Finger nicht in lateraler Richtung bewegen und sie können auch die beiden distalen Fingergelenke nicht strecken.

Umgekehrt können die langen Extensoren die beiden distalen Fingergelenke nicht strecken, wenn die Fingergrundgelenke nicht durch die Lumbricales und Interossei in starker Beugung fixiert werden.

Dieses ausgefeilte Zusammenspiel der einzelnen Teile erfordert eine besonders sorgfältige Behandlung von Handverletzungen, da Ausfälle oder Schädigungen einzelner Handteile die Funktion der ganzen Hand einschränken.

### 3. Die psychische Komponente (20)

Wichtig für die Beurteilung der Behandlung von Brüchen der Hand ist zuletzt auch die psychische Bedeutung der Hand. Die Hand ist nach dem Gesicht eines der stärksten Ausdrucksmittel des Menschen.

Ebenso wie Verstümmelungen des Gesichtes wirken auch Verstümmelungen und Funktionsausfälle der Hand auf die Psyche des Verletzten und auf das Verhalten seiner Mitmenschen, die häufig nicht nur mit Mitleid, sondern auch mit einer gewissen Abscheu reagieren.

Außerdem verlieren viele Menschen mit dem Ausfall ihrer Arbeitsmöglichkeit auch erheblich an Selbstvertrauen und Selbstwertgefühl.

Auch diese Dinge sollten bei der Behandlung von Handverletzungen in Betracht gezogen werden.

## II. Die Frakturen im Handbereich

### 1. Frakturarten

Man unterscheidet nach der Tatsache, ob die Haut über der Frakturstelle verletzt ist oder nicht, ob offene oder geschlossene Frakturen vorliegen, die ein unterschiedliches operatives Vorgehen verlangen.

Für die Behandlung offener Frakturen gelten besondere Regeln. (14c, 34)

Ferner unterscheidet man nach der Art, wie der Knochen gebrochen ist: (14c)

einfache Quer- und Schrägbrüche

Drehbrüche (Torsionsfrakturen)

Mehrfragmentbrüche

Außerdem ist für die Behandlung mit entscheidend, ob die Fraktur in anatomisch normaler Stellung steht oder ob eine Dislokation vorliegt, was bei manchen Handknochen auf Grund der anatomischen Verhältnisse (Muskel- und Bandansätze) recht häufig der Fall ist. (2, 3, 5, 10, 33, 37)

Man unterscheidet eine seitliche, eine winklige (Achsenfehlstellung), eine Drehung um die Längsachse (Rotationsfehlstellung) und Längenveränderungen (Verkürzung oder selten Verlängerung). (14c)

Nach der Lokalisation kann man ferner in Basis-, Schaft- und Köpfchenfrakturen und in Frakturen mit Gelenkbeteiligung einteilen.

~ Dabei kommen hauptsächlich in Frage:

Kondylenabrisse

Ausrisse der Sehnenansätze

Abscherungsbrüche der Basis und

Abbruch beider Kondylen mit zusätzlich sagittalem Bruch -  
spalt, sodaß eine Fraktur in "T"- oder "Y"-Form entsteht.

(3,5,33,37)

## 2. Fraktursymptome

Klinische Zeichen für einen Knochenbruch der Hand sind:

a) Druckempfindlichkeit

b) abnorme Beweglichkeit im Sinne der Rotation, Verkürzung  
oder Verlängerung

c) beträchtliche Schwellung und Hämatom

d) Deformation

e) Schmerz bei passiven und aktiven Bewegungen

f) Krepitation beim Stauchen oder Ziehen eines Finger -  
strahles

(3,5,14c)

### 3. Sonderfälle

Neben diesen verschiedenen Frakturarten kommen noch einige spezielle Fälle in Betracht.

(Nach Müller, Allgöwer, Willenegger: Manual der Osteosynthese, Lit. 22e)

Es sind dies:

- a) Die Pseudarthrosen, die häufig durch ungenügende Ruhigstellung nach Brüchen oder durch Sperrung durch benachbarte, nicht gebrochene Knochen, besonders im Mittelhandbereich, ferner durch Interposition von Weichteilen oder nach Infektionen entstehen.

Als Pseudarthrose bezeichnet man nicht nur die relativ seltenen voll ausgebildeten Falschgelenke nach Fraktur mit Abdeckelung der Markhöhle, knorpeligem Überzug, Gelenkkapsel und Synovia-Bildung, sondern alle innerhalb von 3 - 6 Monaten nicht geheilten Knochenbrüche. Diese Definition entspricht dem englischen Begriff "non-union". Wenn eine Fraktur nach 2 - 4 Monaten nicht verknöchert ist, spricht man von einer verzögerten Heilung.

Die Pseudarthrosen unterteilen wir in:

nicht infizierte,

früher einmal infizierte und

infizierte Pseudarthrosen.

Bei den nicht infizierten Pseudarthrosen unterscheiden wir diaphysäre und metaphysäre Formen.

Die Schaftpseudarthrosen werden wiederum in zwei Gruppen unterteilt:

Die klassischen "elefantenfußartigen" Pseudarthrosen, die

85 % - 90 % der Pseudarthrosen nach konservativer Behandlung ausmachen, zeigen auf dem Röntgenbild eine Knochenreaktion mit aufgetriebenen Knochenenden, die sklerotisch aussehen. Diese Sklerose ist Folge einer überschüssigen Knochenanlagerung mit gut durchbluteten Knochenenden. Das interponierte Knorpel- oder Bindegewebe verknöchert bei absoluter Ruhigstellung durch chondrale oder desmale Ossifikation rasch.

Die reaktionslosen, atrophischen Pseudarthrosen - röntgenologisch keine Reaktion der Knochenenden - sind in einem begrenzten Abschnitt nicht oder nur wenig durchblutet. In solchen Fällen sind zusätzlich zur stabilen Osteosynthese eine ausgedehnte Decortikation und eine autologe Spannanlagerung erforderlich.

Auch bei den metaphysären Pseudarthrosen ist neben dem breiten, möglichst innigen Kontakt der Pseudarthrosenfläche die lokale Ruhigstellung der wesentliche Faktor für die Verknöcherung.

Bei den früher infizierten ( Osteomyelitis ), nachträglich geschlossenen Pseudarthrosen unterscheiden wir Pseudarthrosen mit mehr oder weniger breitem Kontakt zwischen den Fragmentenden und die sogenannten Defektpseudarthrosen. (22e)

- b) In Fehlstellung verheilte Brüche, die am besten durch Osteotomie zur Stellungskorrektur und stabile Osteosynthese zur Fixation des anatomisch gerechten Repositionsergebnisses behandelt werden. (36,40)

Dabei handelt es sich meist um Rotations- oder Achsenfehler.

c) Arthrodesen, die nach schweren Gelenkverletzungen nötig werden oder bei Muskellähmung die Funktion der Hand verbessern können, oder die als temporäre Arthrodesen zur Heilung von Frakturen mit Gelenkbeteiligung oder von Arthrosen verwendet werden können.

(6,12,17,33,35,37,39)

#### 4. Die einzelnen Frakturen, ihre Zeichen und Komplikationen

##### a) Brüche der Mittelhandknochen (3b, 3c, 5d, 23, 33)

Brüche der Mittelhandknochen und der Phalangen sind die häufigsten aller Frakturen. Unter ihnen stehen die Brüche der Grundphalangen an erster und die des Köpfchens des fünften Mittelhandknochens an zweiter Stelle.

Von den Mittelhandknochen brechen der vierte und der fünfte am häufigsten, da sie durch ihre Lage in besonderem Maße Verletzungen ausgesetzt sind.

Die Brüche können in Basisnähe, im Schaft oder distal erfolgen. Das periphere Fragment ist immer nach palmar geknickt. Frakturen proximal des Köpfchens erfolgen gewöhnlich durch einen Schlag. Dabei wird der fünfte Mittelhandknochen am häufigsten verletzt.

Die Brüche des Schaftes und der Basis erfolgen oft durch Quetschungen mit schweren Gegenständen oder Maschinen. Es handelt sich häufig um multiple, offene Trümmerbrüche.

Spiralbrüche des Schaftes erfolgen durch Drehung, wobei die Finger in ihren Grundgelenken gebeugt sind und als Hebel wirken.

Mittelhandknochenbrüche können in verschiedener Weise behindern. In schlechter Stellung geheilte Brüche stören das Muskelgleichgewicht, erzeugen dadurch Krallenfinger und das Köpfchen des Mittelhandknochens drückt in der Hohlhand gegen die Nerven und behindert wegen der Druckempfindlichkeit den Griff. Eine Verdrehung erzeugt entweder ein Auseinanderweichen oder Überkreuzen der Finger bei Beugung.

Zusätzlich können die Streck- und manchmal auch die Beuge-sehnen mit dem Kallus verwachsen sein.

Weiterhin können die Mm. interossei geschädigt werden.

Häufig verwachsen ihre Sehnen mit dem darunterliegenden unbeweglichen Gewebe, sodaß sie nicht mehr die Fingergrundgelenke beugen und die distalen Gelenke strecken können. Nach offenen Frakturen, vor allem nach Schußverletzungen, können diese wichtigen, unmittelbar dem Knochen anliegenden Muskeln verletzt und im Narbengewebe eingeschlossen werden.

Eine sehr häufige und schwerwiegende Komplikation ist die Versteifung des Fingergrundgelenkes in Streckstellung. (3a, 5d, 27).

Sie entsteht nicht nur infolge der Nachbarschaft der Fraktur, sondern auch durch längere Ruhigstellung in Streckstellung wobei die Seitenbänder sich verkürzen. Eine Beugung ist dann nicht mehr möglich. Deshalb erfolgt normalerweise die Fixation in Beugestellung. Damit bleiben diese Bänder lang und die Gelenke können bewegt werden.

Zeichen der vorliegenden Fraktur sind die Verdickung am Handrücken und die Vorwölbung des Mittelhandköpfchens in der Hohlhand. Vergleicht man die Knöchel der anderen Hand, so zeigt sich die Verschiebung streckseitig als eine Delle über dem Köpfchen und als ein Zurückbleiben gegenüber den anderen Köpfchen infolge der Verkürzung durch Achsenknickung oder durch das Übereinanderrutschen der Bruchstücke.

Eine Stauchung des betroffenen Strahles löst Schmerzen aus. Die Bruchstelle ist druckempfindlich.

Die Deformität mit dorsaler Vorwölbung und Abknickung des distalen Fragmentes nach palmar entsteht zum Teil durch die drei *Extensores carpi*, die das zentrale Fragment des zweiten, dritten und fünften Mittelhandknochens zur Streckseite ziehen.

Noch mehr aber wirken die Binnenhandmuskeln und die langen Beugesehen der Finger, die in einer Ebene palmar des Knochens liegen und das distale Fragment ebenfalls anknicken. Eine Vorwölbung der Mittelhandknochen stört das Muskelgleichgewicht von dieser Stelle an nach distal und verursacht Dorsalflexion der Fingergrundgelenke und Beugung der beiden distalen Gelenke.

b) Frakturen der Phalangen (3c,5d,23,33)

Fingerbrüche sind häufig und erzeugen so schwere Behinderungen, daß sie ungefähr ebensoviel Renten nach sich ziehen, wie die Brüche der langen Röhrenknochen.

Das Grundglied bricht fast doppelt so häufig wie das Mittel- und Endglied zusammen und das Endglied doppelt so häufig wie das Mittelglied.

Durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung wird der Schaft oder eines der beiden Enden des Grund- oder Mittelgliedes gebrochen und auch häufig zertrümmert.

An den Gelenken wird häufig eine Kante abgeschert oder durch übermäßige Abknickung nach einer Richtung ausgerissen. Dadurch kommt es zu einer langdauernden, schmerzhaften Bewegungseinschränkung.

Ein schmerzhafter Finger kann reflektorisch die ganze Hand versteifen. Es muß aber nicht dazu kommen, wenn frühzeitig ruhiggestellt wird und die übrigen Finger während der knöchernen Heilung des gebrochenen frei bewegt werden können.

Gelenkversteifungen der Finger bezeichnet Böhler (3) als notwendiges Übel, wenn der Bruch im oder in der Nähe des Gelenkes liegt. Am häufigsten versteift das verletzte Gelenk, doch auch andere Gelenke können mitbeteiligt sein. Diese Neigung zu Versteifungen und die Häufigkeit der Verwachsungen der Beuge- und Strecksehnen im Kallus am Grund- und Mittelglied verursachen die schweren Bewegungseinschränkungen nach Fingerbrüchen.

besteht keine Verschiebung, so verwachsen die Sehnen nur selten, um so mehr aber beim Vorhandensein von Verschiebungen und vor allem, wenn ein vorstehendes Knochenstück gegen die Sehne drückt.

Beit der Bruch mit einem streckseitig offenen Winkel, so kann der Finger nicht mehr voll zur Faust eingeschlagen werden.

Besteht eine Verdrehung, so bewegt sich der Finger in einer falschen Ebene.

#### Grundglied (53, 23, 37)

Das Grundglied bricht häufig in seiner proximalen Hälfte quer ab. Es kann aber auch stark gerührt an jedem seiner Enden oder auch schräg durch seine Rolle gebrochen sein. Ist die Rolle abgebrochen, so verschiebt sie sich zur Streckseite. Die typische Deformität der Schaftbrüche ist die Beugung des proximalen Bruchstückes durch die Mm. interossei und Mm. lumbricales, die das Fingergrundgelenk mit ihren queren Sehnenfasern beugen, und die Fingersflexion des distalen Bruchstückes durch den Zug der Streckaponeurose über ihren lateralen Flügel von den Binnenmuskeln und ihren zentralen Flügel aus dem M. extensor digitorum. Dadurch steht die Bruchstelle nach palmar vor.

Es kann auch zu seitlichen Verschiebungen und zur Verdrehung kommen.

### Mittelglied (5d,23,37)

Gewöhnlich zeigen diese Brüche keine wesentliche Verschiebung. Es kann jedoch eine Knickung nach dorsal oder palmar entstehen, je nachdem, ob die Fraktur proximal oder distal der Insertion der Superficialis-Sehne liegt. In ersterem Fall streckt die Extensor-Sehne über ihre Insertion an der Basis des Mittelgliedes das proximale Bruchstück. In letzterem Fall bogen der M. flexor superficialis, der in der Mitte des Mittelgliedes ansetzt, das proximale Bruchstück.

### Endglied (5d,23,37)

Diese Brüche entstehen meist durch Quetschung. Das Endglied ist häufig zertrümmert und es bestehen gleichzeitig Weichteilverletzungen. Selten erfolgen sie quer durch den Schaft durch Abknickung. Häufig besteht als Komplikation ein gespanntes Hämatom im geschlossenen Raum der Fingerbeere mit heftigsten, klopfenden Schmerzen. Manchmal kann es durch den Druck sogar zu einer aseptischen Nekrose der Diaphyse kommen. Durch Anstoßen des Fingers bei gebeugtem Endgelenk kommt es häufig zu einem Ausriß der dorsalen Kante und seltener durch Überstreckung zu einem Ausriß eines beugeseitigen Keiles.

c) Knochenbrüche der Phalangen des Daumens (2,5d,23,37)

Der Daumen ist so wichtig, daß wir jeden Teil erhalten müssen und wenn möglich nicht amputieren sollen.

Knochenbrüche der Daumenphalangen sind so geartet wie die der Finger.

Am Grundglied ziehen die Thenarmuskeln mit ihren Ansätzen an der Basis das proximale Fragment in Beugung und Adduktion und knicken dadurch das Grundglied zur Beugeseite.

## 1) Brüche des ersten Mittelhandknochens (23)

Bei den Brüchen des ersten Mittelhandknochens unterscheiden wir zwei Typen.

Die einen ziehen quer in der Nähe der Basis und sind leicht zu behandeln, die anderen reichen in das Sattelgelenk und ihre Behandlung ist schwierig. Bei den ersteren zieht der kräftige M. abductor pollicis longus das proximale Fragment zur Streckseite und sowohl die Thenarmuskeln als auch die langen Beuger knicken das distale Fragment nach palmar und ulnar.

### 1' Verrenkungsbruch des ersten Mittelhandknochens im Sattelgelenk (Bennett'scher Bruch)

(3b, 5d, 6, 11, 17, 23, 31, 33, 37, 38)

Der Frakturmechanismus ist folgender:

Die Kräfte bei Sturz auf den Daumen oder Schlag gegen ihn wirken einmal in Richtung des ersten Metacarpale gegen das Sattelgelenk und zum anderen in dorsaler Richtung. Nach Moberg kommt es dabei vorwiegend zu einer Belastung des vollen Ligamentum trapeziometacarpeum, das an seiner Insertionsstelle an der Basis des ersten Metacarpale abreißt, unter Mitnahme eines mehr oder weniger großen Knochenstückes. Die Bennett'sche Fraktur ist also nach dieser Anschauung eine Abrißfraktur. Der Fraktur folgt in fast allen Fällen die Subluxation. Diese entsteht durch den Zug des M. abductor pollicis longus nach radiodorsal sowie durch die Mm. adductor pollicis et flexor pollicis brevis, die das distale Ende des Metacarpale nach ulnar ziehen und dadurch das proximale Ende aus dem Sattelgelenk drängen.

Die Voraussetzung für die Subluxation ist aber der Abriß des volaren Gelenkbandes, welches das Sattelgelenk normalerweise in Position hält.

Dieser Bruch kann, wenn er in schlechter Stellung verheilt, durch später auftretende arthrotische Veränderungen eine große Behinderung verursachen. Das Gelenk bleibt empfindlich und zeigt einen chronischen Schwellungszustand. Der Griff ist schwach. Es besteht schmerzhaftes Oppositions- und Abduktionshemmung. Beim Zangengriff kommt es zu Schmerzen und man fühlt und sieht, wie der Mittelhandknochen zur Streckseite verrenkt. Normalerweise hakt die vorstehende palmare Lippe der Basis des Mittelhandknochens an der Beugeseite des Trapezium ein und verhindert dadurch eine streckseitige Verrenkung des Mittelhandknochens. Ist diese abgebrochen, so besteht für die streckseitige Verrenkung kein Hindernis mehr.

Diese abnorme Beweglichkeit kann leicht nachgewiesen werden. Die beugeseitige Gelenkslippe wird röntgenologisch am besten in einem Winkel von  $20^{\circ}$  -  $30^{\circ}$  von der Vertikalen zur Hand dargestellt. (Billing und Gedda)

## 2' Rolando-Fraktur (6,23,33,35,37)

Durch Stauchung des adduzierten Daumens in Längsrichtung entsteht ein "Y"- oder "T"- Bruch der Basis des ersten Metacarpale.

Bei starker Gewalteinwirkung kommt es in diesem Fall auch häufig zu eingestauchten Trümmerfrakturen der Basis.

### 3' Basisschrägbrüche (27,37)

Nach Winterstein handelt es sich bei diesen extraartikulär lokalisierten Frakturen um Bieungsbrüche, die durch erhebliche Gewalteinwirkung auf den in ausgeprägter Oppositions- oder Adduktionsstellung befindlichen Daumen entstehen.

### 4' Basale oder basinahe Querbrüche (23,37)

Sie sind nach der Bennett-Fraktur häufigster Frakturtyp des Metacarpale I.

Als Entstehungsmechanismen kommen eine Bieungsfraktur oder axiale Gewalteinwirkung auf den in Mittelstellung befindlichen Daumen in Betracht.

### 5' Schaftbrüche (6,23,37)

Schaftbrüche des Metacarpale I sind weniger häufig als die anderen Frakturtypen.

Es handelt sich um Stauchungs- oder Bieungsbrüche an der schwächsten Stelle des Knochens und an der Stelle der stärksten Biegung.

Die basismahen Frakturen und die Schaftbrüche zeigen gewöhnlich eine Dislokation mit volar - ulnar offenem Winkel und dorso - radialer Vorwölbung.

### 6' Subkapitale Frakturen (6.23.37)

Es handelt sich meistens um Stauchungsfrakturen mit volarer Knickbildung.

### III. Die Behandlungsmethoden

Allen Behandlungsmethoden gemeinsam ist der erste Behandlungsschritt. Nach der Diagnose eines Knochenbruches müssen die Fragmente als erstes anatomisch reponiert werden.

Dazu kann man unblutig und blutig vorgehen.

In der nun als zweitem Behandlungsschritt folgenden Ruhigstellung zur Erhaltung des Repositionsergebnisses sind die Methoden unterschiedlich.

#### 1. Bisherige Methoden (3a, 5c, 10, 21, 27)

##### a) Ruhigstellung mit Draht- oder Gipsschiene

Die am häufigsten geübte Ruhigstellungsmethode ist wohl die Ruhigstellung der Hand oder Finger mit einer Drahtschiene oder Gipsschiene.

Dabei ist folgendes Vorgehen nötig:

Ein Gipsverband, der zur Ruhigstellung eines Grund- oder Mittelgliedes oder eines Mittelhandknochens angelegt wird, muß den Ausleger für den verletzten Finger tragen und muß die Hand und zwei Drittel des Vorderarmes umfassen.

Er soll nicht gepolstert sein, damit er fest hält.

Der Gipsverband soll das Handgelenk in Dorsalflexion von  $20^{\circ}$  halten, er soll den Quergewölben der Hand entsprechen und streckseitig bis zu den Mittelhandköpfchen reichen.

In der Hohlhand soll er nicht weiter als bis zur distalen Hohlhandbeugefalte reichen, damit die Fingergrundgelenke bis zum rechten Winkel gebogen werden können. Außerdem soll er an der Thenarfalte enden, um die Opposition des ersten

Mittelhandknochens zuzulassen. Dazu wird der Gipsverband in der Hohlhand mit einem mäßig dicken zusammengelegten Gipsstreifen, der vom Handrücken durch die erste Zwischenfingerfalte und die Hohlhand gelegt wird, abgeschlossen. Dieser Bügel ist genügend widerstandsfähig und trotzdem zwischen Thenar und distaler Hohlhandbeugefalte sehr schmal.

Ein so angelegter Gipsverband läßt die Hand für die funktionelle Frakturbehandlung, wie sie von L. Böhler (3a) treffend beschrieben wurde, frei.

Man muß auf den aktiven Gebrauch der Hand dringen. (3a, 5c, 16, 27). Je mehr Muskeln und Sehnen bewegt werden, desto besser ist die Durchblutung und die Ernährung und desto freier wird die Hand von Verwachsungen der Sehnen und Gelenke bleiben.

Nach dem Entfernen des Gipsverbandes haben wir dann eine weitgehend bewegliche Hand - was die nicht betroffenen Handteile angeht -, während wir nach einem schlecht angelegten Gipsverband, der alle Finger mit einschließt, gewöhnlich eine wertlose, versteifte, schmerzhafteste Hand finden. Diese Versteifungen können oft lange bestehen oder sogar verbleiben.

Die Fingergrundgelenke sollen stets in Beugung und nicht in Streckstellung ruhiggestellt werden, da sich ihre Seitenbänder in Streckstellung verkürzen. Werden die Grundgelenke in Beugestellung ruhiggestellt, so lassen sie sich später immer strecken, werden sie aber in Streckstellung ruhiggestellt, so können sie später nicht mehr gebeugt werden. (3a, 5c, 5d, 10, 27)

Diese Art der Ruhigstellung in Funktionsstellung ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung.

Häufig gemachte Fehler, die zu unbefriedigenden Behandlungsergebnissen führen, sind folgende:

- Mangelhafte Ruhigstellung führt zu Verzögerung der Knochenheilung, Pseudarthrosenbildung und Versteifung der abhängigen Gelenke. (3c)
- Es werden zu viel Teile ruhiggestellt: gesunde Teile werden mit ruhiggestellt (mehr als nötig, s.o.) und versteifen unnötig im Laufe der Behandlung. (5c, 5d, 10)
- Ruhigstellung nicht in der oben angegebenen Funktionsstellung hat Kontrakturen von Muskeln und Bändern zur Folge, so daß die Rehabilitierungszeit erheblich verlängert wird. (3a, 5c, 5d, 10, 27)
- Zu lange Ruhigstellung führt ebenfalls zu unnötigen Versteifungen. Die normale Konsolidierungszeit bis zur Übungsbehandlung eines immobilisierten Handknochenbruchs dauert ca 4 bis 6 Wochen. Ausnahmen bilden besondere Frakturtypen, wie zum Beispiel die Bennett'sche Luxationsfraktur, die 6 bis 8 Wochen ruhiggestellt werden muß. (3a, 5c, 5d, 10, 27)
- Bei nicht ausreichender Ruhigstellung oder Ruhigstellungszeit kann es bei entsprechend disponierten Personen zur Ausbildung einer Sudeck'schen Dystrophie kommen, wobei auf Grund einer vegetativ bedingten (z.B. durch Schmerzreize) Minderdurchblutung des verletzten Gebietes eine Entkalkung des Knochens eintritt. (14a)

### Unterarmhandgips



Unterarmhandgips mit dor-  
saler Gipsschiene und  
volarer Fingerschiene bei  
Fraktur von  $M_3$ ,  
Ausleger für  $D_3$

Querschnittsbild des-  
selben Verbandes  
(nach Böhler , Lit.3)

( aus Ender,Krotschek,Simon-Weidner:  
"Die Chirurgie der Handverletzungen"  
S.41,Abb.39 c<sub>1</sub> und  
S.42,Abb. 41a,b , Lit.10)

b) Extension mit Heftpflasterzug, Draht oder Drahtbügel (3a, 5d, 17)

Für bestimmte Frakturen empfiehlt Böhler zusätzlich zum Gipsverband die Extensionsbehandlung mit Heftpflasterzug, Draht, oder Drahtbügel (17, 21 nach Dupuy) in Funktionsstellung, wofür der Finger auf eine entsprechende Drahtschiene gelegt wird. Der Zugdraht kann dabei an der Fingerbeere (3, Böhler) oder direkt am Knochen (5, Bunnell) angebracht werden. Wie Methode kommt besonders in Frage für Frakturen, die schlecht reponierbar sind, wie Trümmerfrakturen oder Torsionsbrüche, und für Brüche, deren Repositionsergebnis auf Grund der angreifenden Muskelzüge schwer zu stabilisieren ist, wie Brüche der Grundglieder zwischen dem Ansatz der kurzen Handmuskeln (Mm. interossei und lumbricales) und dem Ansatz des oberflächlichen Fingerbeugers und die Bennett'sche Fraktur. (17)

Zu starke Extension führt oft zu Pseudarthrosen, Verzögerung der Heilung und zu verstärkter Kallusbildung, die wiederum starke Verwachsungen zur Folge haben kann. Durch eine Extension kann es auch zu Ernährungsstörungen des Weichteilmantels wie des Skeletts eines Fingers kommen. Besonders die Drahtextension durch die Fingerbeere kann Nekrosen zur Folge haben. Iselin lehnt aus diesem Grunde die Extensionsbehandlung durchwegs ab. (Iselin, 15)

## Extensionsverfahren



Extension an der  
Fingerkuppe  
( Methode nach  
Böhler-Ehalt )



Extension am  
Knochen mit Spann-  
bügel  
( Methode nach Bunnell,  
Lit. 5d )

( Aus Kleinschmidt, Wilhelm:  
"Zur Behandlung der Bennett'schen  
Fraktur, Lit. 17 )

c) Kirschnerdrahtmethode

(1,2,4,6,8-11,13,15,17,22,23-25,18-31,33-40)

Die erste Methode, die häufig unbefriedigende äußere Stabilisierung (16) durch eine am Knochen selbst angreifende Fixation zu ersetzen, war das von Kirschner entwickelte Bohr - drahtverfahren. Dabei werden mit einer Freßluft-betriebenen Bohrmaschine 1,0 - 1,5 mm dicke, rostfreie Stahldrähte, die eine Spitze mit kantigen Seitenflächen haben oder einfach abgezwickelt sind, in den Knochen eingetrieben. (23,29)

Man kann sie sowohl perkutan, als auch in offenem Verfahren anbringen. Das hervorstehende Ende wird so kurz abgezwickelt, daß es subkutan versekt werden kann, um Infektionen durch die Dochtwirkung des Drahtkanals zu vermeiden. (13,29)

Es sind verschiedene Arten der Anwendung bekannt:

- 1': Axiale Fixation durch Auffädung der Bruchstücke auf einen Bohrdraht in Längsrichtung. Hiermit kann keine Rotationsstabilität erzielt werden. (2,10,13,23,29,34)
- 2': Fixation der Fragmente an benachbarten, gesunden Knochen (10,23)
- 3': Fixation durch gekreuzte Drähte, womit axiale- und Rotationsstabilität erreicht werden kann, wenn die Kreuzstelle außerhalb des Bruchspaltes liegt. (1,10,13,23,29,34)

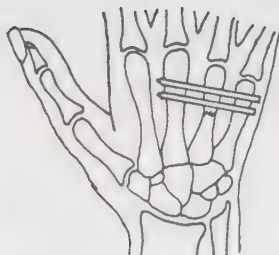
# Fixationmöglichkeiten mit dem Kirschnerdraht



axialer  
Bohrdraht



gekreuzte  
Bohrdrähte

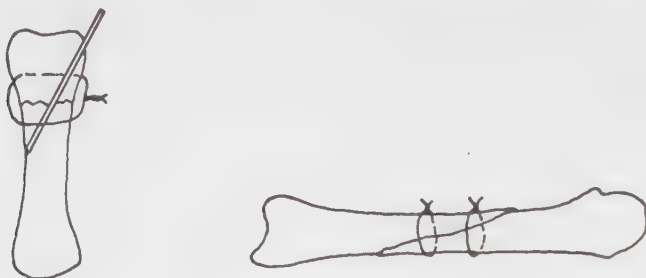


Fixation  
am benach-  
barten  
Knochen

( aus Pannike: "Osteosynthese in der  
Handchirurgie", S.5, Abb.3(1,2) ,  
S.8, Abb.9b , Lit. 23 )

d) Drahtcerclage (6,23,34)

Bei langen Schrägfrakturen kommt noch die Fixation mit einer Drahtcerclage in Betracht. Dieses verfahren wird auch häufig in Kombination mit der Kirschnerdrahtfixation angewendet.



( Aus Pannike: "Osteosynthese in der Handchirurgie"  
S.14, Abb.15.16. , Lit. 23 )

Bei allen diesen Methoden muß trotz der direkten Stabili -  
sierung am Knochen noch mit einem Unterarmhandgips ruhigge -  
stellt werden, da die Immobilisierung sonst nicht ausreichend  
ist (6,23,33). Nur in Ausnahmefällen kann nach Abschluß der  
Wundheilung auf diese zusätzliche Ruhigstellung verzichtet  
werden. (33)

## 2. Vor- und Nachteile der bisherigen Behandlungsmethoden

### a) Vorteile

Der größte Vorteil liegt in dem weitaus geringeren organisatorischen und finanziellen Aufwand, mit dem die konservative Therapie durchgeführt werden kann. Ferner bleibt den Patienten die Belastung einer Operation erspart, was besonders bei alten Patienten und Patienten mit Kreislauf-, Leber- und Infektionskrankheiten ins Gewicht fällt. Als letztes entfällt natürlich bei der geschlossenen Behandlung die Gefahr der Infektion mit Spitalkeimen durch die Operation. (6)

### b) Nachteile

Als nachteilig bei den konservativen Behandlungsmethoden haben sich folgende Dinge bewiesen:

- 1': Die lange Behandlungsdauer und der damit verbundene Arbeitsausfall. (6, 13, 22, 23, 33, 38)
- 2': Exakte Reposition dislozierter Frakturen ist oft schwierig. (6, 12, 16, 23, 33)
- 3': Exakte Retention der Repositionsergebnisse ist oft schwierig oder sogar unmöglich, was zu Fehlergebnissen führt:  
-Fehlstellungen-Pseudarthrosen-Versteifungen- (6, 12, 16, 23, 33)
- 4': Verwachsungen und Versteifungen durch lange Ruhigstellung und starke Kallusbildung sind häufig Folge der konservativer Behandlung (33). Besonders im Bereich der Phalangen und bei Frakturen mit Gelenksbeteiligung wurden sie vor Anwendung der Osteosynthese als notwendiges Übel (Böhler, Lit. 3) bezeichnet und hingenommen.

5':Die gleichzeitige Versorgung von Frakturen und ausgedehnten Weichteilverletzungen gestaltet sich oft schwierig. Teilamputationen sind dadurch häufiger die Folge als bei der Anwendung von AO-Verfahren, die eine gleichzeitige Versorgung von Frakturen und Weichteilverletzungen ermöglichen. (23,33)

### 3. Die AO - Behandlung (6,7,9,13,22-26,28,32-38,40)

Als ein neues Behandlungsverfahren steht das von der Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese entwickelte Verfahren der operativen Knochenbruchbehandlung zur Verfügung. Die Erhaltung der Retention wird durch direkte Schienung der Fragmente mittels verschraubter Druckplatten und Zugschrauben erzielt. (22)

#### a) Ziele der AO - Technik (9,22a,33,37)

Als Hauptziel der AO - Technik gilt die anatomische und funktionelle Restitutio ad integrum in möglichst kurzer Zeit.

- 1': Anwendung einer gewebeschonenden Operationstechnik, die die Erhaltung der Blutzirkulation in den Knochenfragmenten und in den Weichteilen möglichst gewährleistet.
- 2': anatomische Reposition, besonders wichtig bei Gelenkfrakturen.
- 3': stabile Osteosynthese und frühzeitige Bewegungsstabilität.
- 4': Für die Handchirurgie wesentlich ist auch das Ziel der knochenheilung per primam, d.h.: ohne sichtbare Kallusbildung, was die Möglichkeit der Bildungen von Verwachsungen erheblich herabsetzt.
- 5': Vermeidung der Immobilisierungsschäden, d.h. der "Frakturkrankheit" durch möglichst frühzeitige, aktive, schmerzfreie Mobilisierung der fraktur-nahen Muskeln und Gelenke, ohne die Bruchheilung zu gefährden.

b) Methoden der AO - Technik (6,13,22b,23,24,33,38)

Diese Ziele versucht man mit folgenden Methoden zu erreichen:

1': Interfragmentäre Kompression: eine interfragmentäre Kompression wirkt flächenhaft, d.h. auf der ganzen Ausdehnung der Frakturflächen und wird mittels Zugschrauben erreicht. Hierzu stehen uns Spongiosaschrauben im epi- und metaphysären Bereich und Kortikalisschrauben im Schaftbereich zur Verfügung. Die interfragmentäre Kompression allein ist bei den meisten Frakturen im spongiösen Bereich und bei langen Bruchflächen im Schaftbereich indiziert.

Einen Spezialfall stellt die Anwendung der kleinen Spongiosaschraube ( Naviculare-Schraube ) für Frakturen mit relativ kleinen Fragmenten ( subcapitale- oder Kondylenfrakturen ) dar. Besonders bei der Bennett'schen Fraktur wird sie mit Erfolg angewendet. (6,33,35,37)

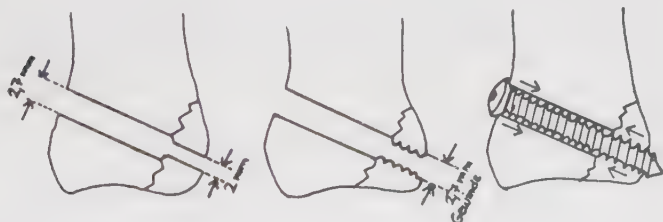
2': Axiale Kompression, für die im Handbereich hauptsächlich gerade Platten für Schaftfrakturen und "T"-Platten für Basis- und subcapitale Frakturen in Frage kommen.

3': Zur Anbringung der Schrauben ist zu vermerken, daß keine selbstschneidenden Schrauben verwendet werden dürfen, da sich die Schrauben durch die beim Einschrauben gesetzten Drucknekrosen bald lockern würden und damit die stabile Fixierung aufgehoben wäre (22b,32). Daher müssen die Schraubengewinde im Knochen vorgeschritten werden, wodurch ein fester Halt auf lange Zeit gewährleistet ist.

Der Druck wird bei der Zugschraube dadurch erreicht, daß man in einem Fragment, in dem die Schraubenspitze sitzt, ein Gewinde schneidet und im anderen so weit aufbohrt, daß die

Schraube in diesem Fragmentteil nicht zieht. Schraubt sich nun die Schraube in das Gewinde des gegenüberliegenden Fragmentes fest, so preßt der Schraubenkopf den zweiten Fragmentteil gegen den ersten. (22,23)

4': Der Druck bei Anwendung der Platte wird dadurch erreicht, daß man die Schraubenkanäle schräg vom Frakturspalt hinwegweisend oder leicht exzentrisch bohrt. Auch hierbei müssen die Schraubengewinde vorgeschnitten werden. (23,34)



### Zugschrauben-Osteosynthese

(Aus Pannike: "Osteosynthese in der Handchirurgie", S.41, Abb.43, Lit. 23)



### Plattenosteosynthese:

axiale Kompression durch schräges Einbringen der Schrauben (li) und durch exzentrisches Bohren der Schraubenlöcher (re)

(Aus Pannike: "Osteosynthese in der Handchirurgie", S.20, Abb.23,24, Lit.23)

c) Voraussetzungen für die operative Knochenbehandlung  
und Anmerkungen zur Operationstechnik(4,5c,7,10,14b,22,32,35)

Knochenoperationen sind in organisatorischer und instrumenteller Hinsicht an bestimmte Voraussetzungen gebunden.

Ohne eine möglichst lückenlose Asepsis ist diese Art von Chirurgie nicht denkbar. Knochen- und Gelenkeingriffe dürfen nur in einem dafür entsprechend hergerichteten Operationssaal durchgeführt werden. Für diese Chirurgie sollte eigens ein hoch aseptischer Operationssaal reserviert sein (22c). Zur weiteren Verbesserung der Asepsis werden folgende Maßnahmen empfohlen:

1': Vermeidung von unnötiger Unruhe im Operationssaal

2': Tragen einer dichten Maske über Mund und Nase sowie zusätzlicher Zwirnhandschuhe für den Operateur zum Schutz der Gummihandschuhe. (22c)

3': Regelmäßige bakteriologische Kontrolle des Operationssaalpersonals (Atemwege und Hände).

Auch der Patient ist auf Hautinfektionen zu untersuchen.

Sorgfältige Hautdesinfektion an der verletzten Extremität und Abdecken mit Plastikfolie sollte vorgenommen werden.

Schonungsvolles Operieren heißt vor allem keine Nekrosen setzen, da sich auf der Grundlage von Gewebse Nekrosen Infektionserreger besonders rasch entwickeln können. Auch die

Elektrokoagulation sollte möglichst punktförmig erfolgen.

Tupfer sollten nur sparsam verwendet werden. Man verwende möglichst wenig Fremdkörper wie zum Beispiel Nahtmaterial.

(4). Subcutane Nähte sind zu vermeiden. Die Haut wird bei atraumatischer Technik mit dünnem synthetischen Naht -

material verschlossen. (4,35)

#### 4': Weitere Grundsätze:

Es sollte ein komplettes Knocheninstrumentarium mit einer genügend großen Auswahl von Implantaten vorhanden sein. Alle Implantate müssen aus einheitlichem, korrosionsfestem, gewebsfreundlichem Material (7,22d,32) hergestellt sein.

Mit dem Kauf eines Osteosynthese-Instrumentariums ist aber nicht alles getan:

Eine regelmäßige Kontrolle ist unerlässlich, um abgenützte Instrumente rechtzeitig zu ersetzen. Die Bohrer sollen in regelmäßigen Abständen geschliffen werden.

Für die Operationen an der Hand gelten selbstverständlich die allgemeinen Voraussetzungen, daß in pneumatischer (5c, 10,14b,35) Blutleere -die Esmarch'sche Blutleere ist wegen häufig dadurch verursachter Nervenläsionen verlassen worden- und in Leitungsanästhesie (4,10) oder besser, wenn keine Kontraindikation vorliegt, in Allgemeinnarkose (10) operiert wird.

d) Beispiel für das operative Vorgehen

Als Beispiel für das operative Vorgehen sei hier die Schil-  
derung der Osteosynthese einer basisnahen Fraktur des Os  
metacarpale I angeführt:

Der operative Eingriff wird nach handchirurgischen Gesichtspunkten ausnahmslos in Blutleere durchgeführt.

Der Hautschnitt verläuft bogenförmig zwischen der Sehne des M.extensor pollicis longus und brevis.

Die Sehnen werden zur Seite gezogen und das Sattelgelenk unter Schonung der sensiblen Äste des N.radialis sowie der Arteria radialis aufgesucht.

Das weitere vorgehen hängt allein von dem Frakturtyp ab.

Nach exakter Reposition der Fragmente und Fixierung mit kleinen Knochenzangen wird die Fraktur wie bei der Rolando-Fraktur mit einem "T"-Plättchen stabilisiert.

Das Osteosynthese-Ergebnis wird sowohl unter dem Bildwandler kontrolliert, als auch am Ende der Operation mit Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen festgehalten.

Nach Eröffnung der Blutleere und subtiler Blutstillung wird die Haut mit 4 x 0 atraumatischem Nahtmaterial geschlossen. In jedem Falle wird bis zur Wundheilung eine unterarm-Mittelhand-Daumengipsschiene angelegt, um eine Gewebsirritation durch aktive oder passive Bewegungen zu vermeiden.

(Aus Wilhelm, K : "Die stabile Osteosynthese bei intraartikulären und basisnahen Frakturen des I. Carpo-metacarpalgelenkes" , Lit.35 )

e) Zeitpunkt der Operation (22)

Normalerweise wird bei offenen Frakturen, wenn sie nicht stark verschmutzt sind, innerhalb der 8 - 10-Stundengrenze operiert. Ist das nicht möglich, darf wegen der steigenden Komplikationsgefahr ( Infektion ) erst wieder nach 4 - 8 Tagen operiert werden.

Bei stark verschmutzten Wunden muß nach Reinigung und Ausschneidung der Wunde bis zum Abklingen der möglichen Infektion und bis zur Heilung der Wunde gewartet werden.

Bei geschlossenen Frakturen sollte wegen der ungünstigen Weichteilschwellung und der damit verbundenen Durchblutungsstörung bis zum Abschwollen gewartet werden.

f) Materialentfernung (22d, 26)

Das implantierte Material sollte nach abgeschlossener knöcherner Heilung ( Röntgenkontrolle ) innerhalb von 6 Monaten wieder entfernt werden, da es durch die veränderte Knochenbelastung zum Umbau der Knochenstruktur kommt, was nach Materialentfernung zu verminderter Belastbarkeit des ganzen Knochens führen könnte.

Für die Zeitwahl der Implantatentnahme sollten folgende Grundsätze beachtet werden: (26)

- 1': Die Zeit, die nach allgemeiner Erfahrung zur Frakturheilung des betreffenden Knochens erforderlich ist, muß verstrichen sein.
- 2': Die Fraktur muß röntgenologisch knöchern durchgebaut sein.
- 3': Die Fraktur muß klinisch stabil sein.
- 4': Die verletzte Hand muß schmerzfrei sein.

5': Die Weichteilverhältnisse müssen in Ordnung sein. Es darf z.B. keine Entzündung vorliegen.

6': Der Allgemeinzustand muß den Eingriff gestatten.

Falls aus einem dieser Gründe eine zwingende Gegenindikation besteht, kann das Material ohne weitere Gefährdung für den Patienten auch länger belassen werden.

### g) Indikationsstellung

Auf Grund der Belastung der Patienten durch die Narkose, der Infektionsgefahr (22c) und des erheblichen größeren finanziellen und organisatorischen Aufwandes sollte man sich bei der Anwendung des AO - Verfahrens auf Fälle beschränken, in denen anzunehmen ist, daß die herkömmlichen Verfahren wegen schlechter Reponierbarkeit oder ungenügender Retentionsmöglichkeit kein gutes Ergebnis bringen werden. (6, 23, 28, 33, 36, 37) . Das ist bei folgenden Frakturen besonders häufig der Fall:

- 1': Frakturen mit Gelenksbeteiligung besonders im Bereich der Grundgelenke (36) und des 1. Carpometacarpalgelenkes, wobei die Bennett'sche und die Rolando - Fraktur besonderer Beachtung bedürfen. (6, 13, 17, 23, 33, 35-38)
- 2': Stark dislozierte Frakturen und Frakturen mit Weichteilinterposition. (6, 37)
- 3': Schaftfrakturen, besonders lange Schrägbrüche oder Drehbrüche und subcapitale Frakturen der Metacarpalia I und V, die wegen ihrer Handständigkeit häufig nur schwer ruhigzustellen sind.

4': Im Bereich der übrigen Metacarpalia hauptsächlich Trümmerfrakturen und Mehrfachfrakturen. (37)

5': Frakturen der Grundphalangen, die besonders häufig Fehlstellungen ( Abknickung, laterale Verschiebung und Rotationsfehler ) zeigen. (36,37)

Außerdem gibt es noch eine Reihe spezieller Indikationen im Handbereich, für die sich die Osteosynthese-Verfahren besonders anbieten:

- 1': Kombinierte Knochen- und weichteilverletzungen, bei denen die AO - Methode gleichzeitige Versorgung beider Verletzungsarten erlaubt. (23,34,37)
- 2': Retention von Stellungskorrekturen bei in Fehlstellung verheilten Frakturen. (40)
- 3': Arthrodesen funktionsuntüchtiger Gelenke ( z.B. bei post-traumatischen Arthrosen, nach Infektionen, Rheuma ). (5c,37,39)
- 4': Ausheilung von ( traumatischen, osteomyelitischen, tumorösen ) Knochendefekten in Kombination mit der Anlagerung von autologen Knochenspänen. (40)
- 5': Fingertransposition, operativer Daumenersatz, Korrekturen angeborener Mißbildungen ( z.B. Triphalangie, wobei der Daumen drei Phalangen hat und in einer Ebene mit den übrigen Fingern steht ) . (41)
- 6': Stabilisierung von Pseudarthrosen. (37,40)

Auf die Anwendung der operativen Behandlung sollte dann verzichtet werden, wenn die AO - Methode selbst keinen Erfolg verspricht.

Das ist in folgenden Fällen anzunehmen: (33-35)

- 1': Bei Frakturen der Endphalangen und häufig auch der Mittelfalangen, da hier die Größenverhältnisse nur selten ein operatives Vorgehen erlauben.
- 2': Wenn ein Fragment, z.B. einer Abrißfraktur, so klein ist, daß es mit dem Material nicht mehr zu fassen ist.
- 3': Bei Mehrfragmentfrakturen mit starker Zertrümmerung ist oft keine stabile Kompression möglich.
- 4': Bei ungenügender Weichteildeckung.
- 5': Bei ungenügender Durchblutung.
- 6': Bei Patienten, die wegen des Wegfalls der äußeren Schienung die Frakturstelle unvernünftig belasten, lockert sich leicht das überlastete Osteosynthesematerial und die Operation bleibt damit erfolglos.

Das ist besonders häufig bei Patienten aus unteren sozialen Schichten der Fall.

In diesen Fällen ist daher die Indikation besonders streng zu stellen.

## b) Nachteile der AO - Methode (22c,36,26)

Größter Nachteil der AO - Methode ist zweifelsohne die Gefahr einer durch die Operation gestzten Infektion. Diese Gefahr ist aber ohne weiteres durch entsprechende Maßnahmen, vor allem peinlichste Sauberkeit des Operationssaales und des Personals, wie oben beschrieben, abzuwenden. (22c)

Ein weiterer, allerdings unwesentlicher Nachteil liegt darin, daß die Bruchheilung selbst, wie man öfters beobachten kann, nach anfänglichen Resorptionserscheinungen länger dauert, als bei Anwendung der bisherigen Behandlungsmethoden. (36) Da es aber nach dieser Dauer trotzdem zur vollständigen Heilung kommt, und die Fraktur bis dahin durch das implantierte Material vollständig stabilisiert ist, spielt diese Tatsache keine Rolle.

Wesentlicher ist die Tatsache, daß durch die Operation eine Wunde verursacht wird, durch die es zu Verwachsungen kommen könnte. Bei den untersuchten Fällen fand sich jedoch kein Fall, bei dem eine durch die Operation verursachte Verwachsung nachzuweisen gewesen wäre.

Die Operation zur Materialentfernung ist als weiterer, wenn auch geringfügiger Nachteil anzusehen, da es sich um einen relativ kleinen Eingriff handelt, der erforderlichenfalls sogar in Lokalanästhesie ausgeführt werden kann und bei dem eventuell notwendige Tendolysen vorgenommen werden können (26). Der Klinikaufenthalt beschränkt sich dabei fast immer auf zwei Tage, die Dauer der Arbeitsunfähigkeit auf 3 bis 8 Tage.

i) Vorteile (6,22,33,35-38)

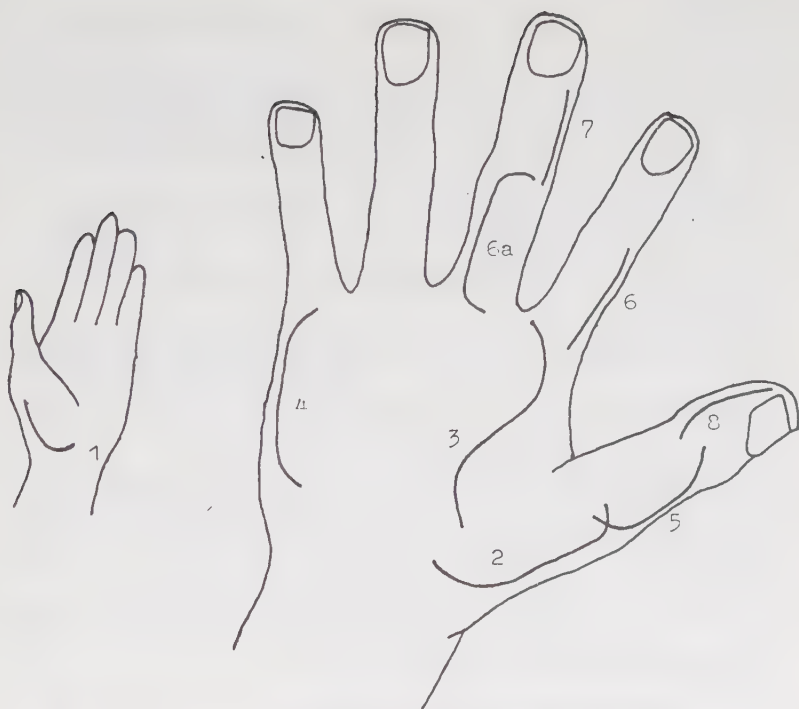
Die Vorteile der AO - Methode ergeben sich bei der Erreichung ihrer Ziele.

Am wichtigsten ist die kurze Ruhigstellungszeit und die frühzeitig erreichte Übungsstabilität. In den meisten Fällen genügt eine Ruhigstellung mit Gipsschiene für die Dauer der Wundheilung, die mit dem Ziehen der Fäden nach 8 bis 10 Tagen abgeschlossen ist. Anschließend kann die Schiene entfernt werden und mit der Hand vollständig geübt werden. (36)

Lediglich bei Frakturen mit Gelenksbeteiligung muß für 2 bis 3 Wochen äußere Ruhigstellung erfolgen, damit die Heilung von Kapsel und Bandapparat gewährleistet ist. (6,33,35,37,38)

Ein weiterer Vorteil ist die primäre Knochenbruchheilung ohne sichtbare Kallusbildung, wodurch eine wesentliche Quelle der Adhäsionsbildung ausgeschaltet ist und ein Kallusdruck auf das umliegende Gewebe vermieden werden kann. (22)

Wichtig ist auch die Erhaltung guter Repositionsergebnisse und deren sichere Fixierung. Die gefährliche Möglichkeit einer nachträglichen Dislokation ist damit ausgeschaltet.



Hautschnitte für die wichtigsten Zugangswege  
für Osteosynthesen im Handbereich

(gezeichnet nach Angaben aus Ender, Krottschek, Simon-Weidner: "Die Chirurgie der Handverletzungen", Lit. 10, Hellner, Nissen, Vosschulte: "Lehrbuch der Chirurgie", Lit. 14, Pannike, Schum: "Zugänge für die Versorgung typischer Verletzungen der Hand mit Hilfe des Kleinfragmentinstrumentariums der AO", Lit. 25)

Die Schnittführung richtet sich nach den Langer'schen Hautspannungslinien, den funktionell wichtigen Weichteilgebilden, die geschont werden müssen und der optimalen Freilegung des Operationsgebietes.

- 1 = Zugang für Bennett-Fraktur (nach Kleinschmidt-Wilhelm)
- 2 = Zugang für Metacarpale I
- 3 = Zugang für Metacarpale II - IV
- 4 = Zugang für Metacarpale V
- 5 = Zugang für Grundglied des Daumens
- 6 = Zugang für Grundglieder D<sub>2-5</sub>, Schaftfrakturen
- 6a = Zugang für Grundglieder D<sub>2-5</sub>, gelenknahe Frakturen
- 7 = Zugang für Mittelfingerfrakturen, auch variierbar wie 6a
- 8 = Zugang für Endgliedfrakturen

## C Statistik

In den Jahren von 1965 bis 1970 wurden bei insgesamt 152 Patienten Handskelettfrakturen mit der Kleinfragmenten-Osteosynthese versorgt.

Die Ermittlung der Patienten erfolgte an Hand der Operationsbücher ,der Stationsbücher,der Krankenblätter und Ambulanzkarten.

Es wurden Angaben über die Art der Verletzung, die verwendete Operationsmethode, den Operationszeitpunkt und die Dauer des Krankenhausaufenthaltes entnommen.

Dabei zeigte sich, daß von 13 Patienten kein Krankenblatt mehr vorlag und die Adresse nicht mehr zu ermitteln war.

Sie entfielen daher für die statistische Erhebung.

Die übrigen 139 wurden drei mal zu einer Nachuntersuchung eingeladen, zu der 72 erschienen.

Dabei wurden folgende Angaben erhoben:

1. Alter
2. Beruf
3. Rechts-Links-Händer
4. Art des Unfalles
5. Dauer der Krankengymnastik
6. Dauer der Arbeitsunfähigkeit
7. Zeitabstand zwischen Operation und Nachuntersuchung
8. Messungen der Bewegungsausschläge der Gelenke
9. Kraftmessung beim Faustschluß
10. Griffformen
11. Narbenverhältnisse

12. Nervenverhältnisse
13. Zustand der Haut
14. Durchblutungsverhältnisse
15. Messung des Handumfanges
16. Oppositionsfähigkeit und Adduktionsfähigkeit des  
Daumens
17. Röntgenkontrollen der Knochenheilung
18. Subjektive Angaben über Schmerzen, Gefühl und Ein-  
satzfähigkeit der Hand

An die Patienten, die nicht zur Nachuntersuchung gekommen waren, wurden zweimal Fragebögen verschickt, die - soweit möglich - zur Erfragung der gleichen Angaben dienen sollten. Natürlich fielen dabei die durch Untersuchung, Messung und Röntgenkontrollen erzielten Ergebnisse weg, so daß der Wert der 14 beantworteten Fragebögen nur gering ist.

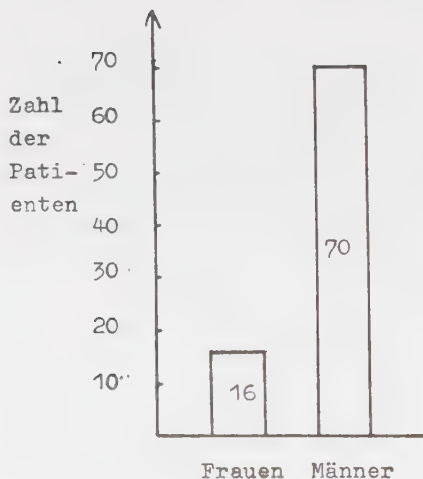
Die restlichen 53 Patienten kamen leider weder zur Nachuntersuchung noch haben sie die Fragebögen beantwortet, so daß sie in die umfassende Statistik nicht einbezogen werden konnten.

## 1. Übersicht

Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf die Patienten, die zur Untersuchung kamen und die Fragebögen beantwortet haben, also insgesamt 86 Personen.

### a) Geschlechtsverteilung

Tabelle 1



Verständlicherweise sind bei Unfällen der Hand meist Männer betroffen, da es sich hauptsächlich um Arbeitsunfälle (3) handelt und daher wesentlich mehr Männer als Frauen exponiert sind.

Bei uns stehen 70 männliche 16 weiblichen Patienten gegenüber.

## b) Gebrauchshand und verletzte Handseite

Es handelte sich nur bei zwei Patienten um Linkshänder, die restlichen 84 waren Rechtshänder.

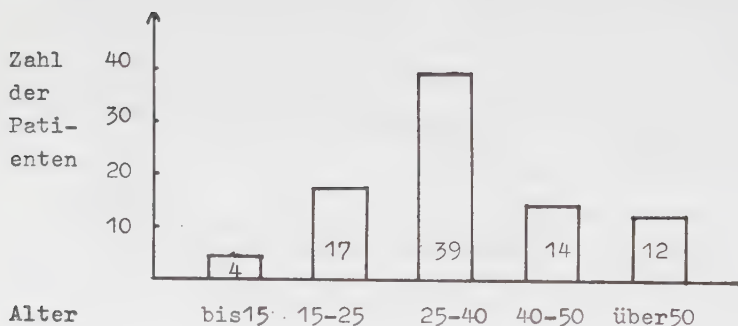
Demgegenüber war genau in 43 Fällen die linke Hand und in ebensoviel Fällen die rechte Hand betroffen.

Zwar sind Verletzungen an der rechten Hand als Arbeitshand im Allgemeinen für Rechtshänder relativ schwer - wiegender als die der linken.

Aber auch Verletzungen der linken Hand sind für Handarbeiter äußerst schicksalshaft, da sie die linke Hand als Haltehand und Gegenspieler der Rechten unbedingt benötigen.

c) Altersverteilung

Tabelle 2

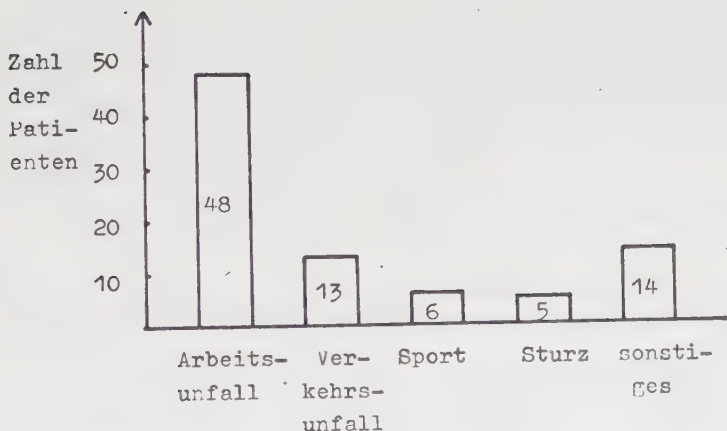


Die Altersverteilung zeigt, daß Jugendliche und Erwachsene in der mittleren Altersstufe am meisten betroffen sind, für die eine Verletzung der Hand hinsichtlich der Berufsausübung sehr schwerwiegend sein kann.

Mit 39 Patienten ist die Altersgruppe zwischen 25 und 40 Jahren am stärksten vertreten.

d) Unfallursachen und Zahl der schweren kombinierten Verletzungen

Tabelle 3



Auch aus der Verteilung der Unfallursachen, unter denen mit 48 die Arbeitsunfälle die erste Stelle einnehmen, geht hervor, daß am meisten Arbeiter betroffen sind, die ihren Lebensunterhalt mit den Händen verdienen müssen, und daher besonders schwer getroffen sind.

Da es sich bei den Arbeitsunfällen meist um Verletzungen durch Maschinen handelt (Kreissägen, Stanzen etc.), wird eine zweite Tatsache verständlich, die für die Bewertung der Operationsergebnisse sehr bedeutend ist. Es handelt sich bei 36 der Patienten um schwere kombinierte Verletzungen mit schweren Begleitverletzungen.

# e) Berufsverteilung

Tabelle 4



Von 86 Personen waren mit 64 Arbeitern, Handwerkern und Bauern Menschen betroffen, die von der Arbeit ihrer Hände leben. Für diese Menschen ist die Wiederherstellung ihrer Handfunktion nach Verletzungen natürlich von besonderer Wichtigkeit. Das gilt aber auch für manche der anderen Berufsgruppen, beispielsweise für zwei Ärzte, die sich unter den Patienten befanden.

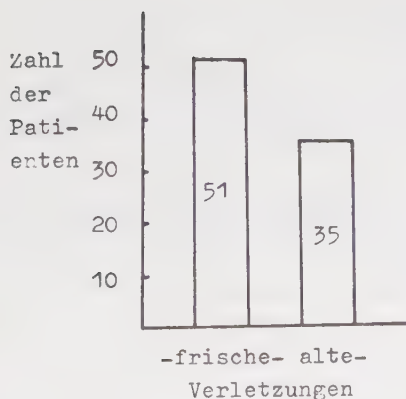
Wie schwerwiegend Handverletzungen für Handarbeiter sein können, beweist auch die Tatsache, daß 12 Patienten wegen ihrer Handverletzungen ihren Beruf wechseln mußten, obwohl alle Bemühungen zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit ihrer Hände unternommen wurden.

#### f) Operationszeitpunkt

In 51 ,also der Mehrzahl der Fälle,wurde sofort im Anschluß an den Unfall,beziehungsweise nach Ablauf der Frist der akuten Infektionsgefahr operiert,in 35 Fällen jedoch erst nach Fehlschlägen von Behandlungsversuchen mit herkömmlichen Methoden.

Dabei handelte es sich bei 28 Fällen um Pseudarthrosenbildung,in 5 Fällen um in Fehlstellung verheilte Frakturen und in 2 Fällen um traumatische Arthrosen des Sattelgelenkes.

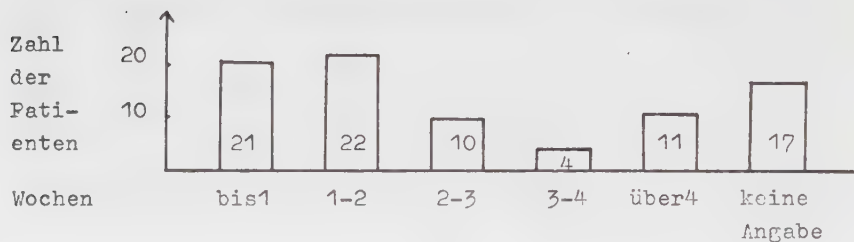
Tabelle 5



Gerade bei den alten Verletzungen handelte es sich ver- ständlicherweise häufig um schwere und schlecht zu behandelnde Fälle,bei denen sich wohl ein relativ gutes,selten aber ein absolut oder sehr gutes Ergebnis erzielen läßt.

g) Dauer des Krankenhausaufenthaltes bei Erstoperation

Tabelle 6



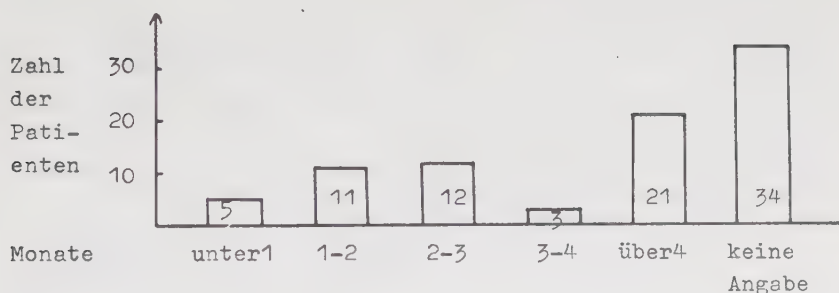
Die meisten Patienten ( 43 ) mußten nicht länger als 1 - 2 Wochen im Krankenhaus bleiben.

Bei denen, die längere Dauer in der Klinik bleiben mußten, handelte es sich fast ausschließlich um Patienten mit schweren Begleitverletzungen.

Über die Dauer des Krankenhausaufenthaltes bei der Materialentfernung siehe allgemeiner Teil.

## h) Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Tabelle 7



Die relativ hohe Anzahl der Patienten mit langer Dauer der Arbeitsunfähigkeit ist einerseits auf die große Zahl der Patienten mit schweren kombinierten Verletzungen zurückzuführen, andererseits auf die Tatsache, daß mit der Osteosynthese natürlich nur sofortige Übungsstabilität erreicht wird. Die Arbeitsbelastung ist aber erst nach vollständiger Frakturheilung, wie bei den bisherigen Methoden, zu erwarten.

#### i) Nachbehandlung mit Krankengymnastik

Die genauen Nachbehandlungszeiten waren leider nur schwer in Erfahrung zu bringen. Daher konnten nur grobe Unterschiede gemacht werden.

Krankengymnastik unter 2 Wochen erhielten 9 Patienten.

Krankengymnastik über 2 Wochen, teilweise bis zu 6 Monaten erhielten 42 Patienten.

31 Patienten wurden überhaupt nicht nachbehandelt.

Die Tatsache, daß eine relativ hohe Zahl an Patienten nur wenig oder gar nicht krankengymnastisch nachbehandelt wurde, erklärt sich leicht daraus, daß bei Patienten, von denen man eine gute Mitarbeit erwarten kann, ohne Nachteil auf die Nachbehandlung verzichtet werden konnte.

#### k) Zeitabstand zwischen Operation und Untersuchung

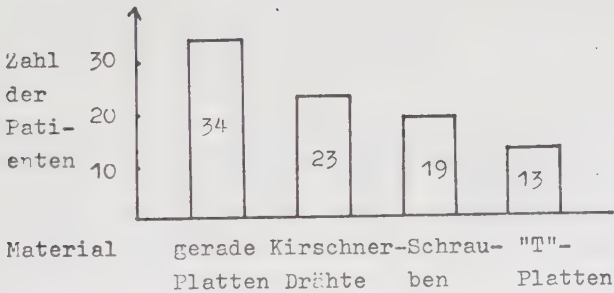
5 Patienten wurden vor der Materialentfernung untersucht, 23 innerhalb eines Jahres danach. Bei den restlichen lag die Materialentfernung länger als ein Jahr zurück.

Die großen Zeitunterschiede wirkten sich nicht auf die Untersuchung aus.

Lediglich in einem Fall, der vor der Materialentfernung untersucht wurde, lag offensichtlich eine mäßige Behinderung durch das Osteosynthesematerial vor.

1) verwendetes Operationsmaterial

Tabelle 8



Das Material fand dabei folgende Verwendung:

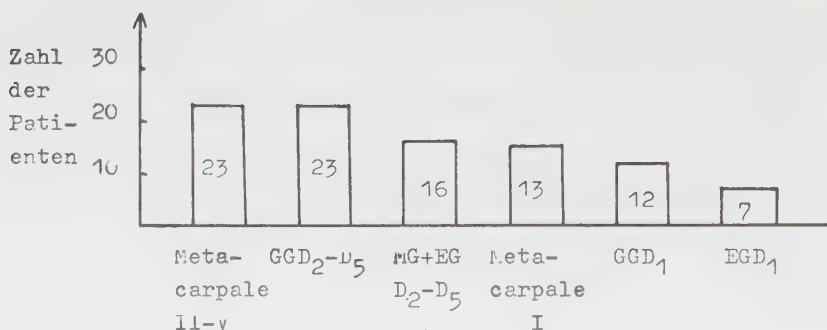
Gerade Platten hauptsächlich für Schaftfrakturen der Mittelhandknochen und der Grundglieder.

"T"-Platten und Schrauben für Frakturen von Basis und Köpfchen der gleichen Knochen.

Kirschnerdrähte in der Hauptsache für Stabilisierung von Mittel- und Endgliedfrakturen, sowie Pseudarthrosen und Arthrodesen in diesem Skelettabschnitt.

m) Verteilung der Brüche auf die verschiedenen Handknochen

Tabelle 9



Bei den Frakturen des Os metacarpale I war sieben mal die Bennett'sche Fraktur dabei.

Ebenfalls wurde ein Fall von Triphalangie zu dieser Gruppe gerechnet.

Die Unterschiede gegenüber der im allgemeinen Teil angegebenen Häufigkeitsverteilung ( nach Böhler, Lit. 3 ) mit einem relativen Überwiegen der Frakturen des Os metacarpale I und des Daumens beruhen nicht auf der Tatsache, daß sich die absoluten Häufigkeitsverhältnisse verschoben hätten, sondern sind dadurch zu erklären, daß natürlich die Frakturen des ersten Strahles auf Grund seiner entscheidenden Rolle für die Funktion der Hand häufiger für eine Osteosynthese in Frage kommen, als Frakturen anderer Teile der Hand.

## II. Die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Teile der Hand

Für diesen Teil der Arbeit konnten nur die Ergebnisse der 72 untersuchten Patienten verwendet werden, da das funktionelle Ergebnis als Beurteilungsgrundlage nur bei der Nachuntersuchung selbst erhoben werden konnte.

Tabelle 10

Betroffener Teil und jeweilige Verteilung der alten Verletzungen

Gesamtzahl, davon alt

|                               |    |    |
|-------------------------------|----|----|
| Metacarpalia II-V             | 21 | 10 |
| Grundglieder II-V             | 15 | 6  |
| Mittelglieder und Endgl. II-V | 13 | 2  |
| Bennett'sche Fraktur          | 7  | 3  |
| Metacarpale I                 | 4  | -  |
| Grundglied D <sub>1</sub>     | 12 | 2  |
| Endglied D <sub>1</sub>       | 3  | 1  |

Summe: 75 24

( In 3 Fällen waren mehrere Knochen verletzt )

Das relative Überwiegen der Osteosynthesen bei alten Verletzungen von Metacarpalfrakturen und Grundgliedfrakturen der Strahlen II-V und der Bennett'schen Fraktur zeigt, daß es hier häufig zu Fehlergebnissen mit den herkömmlichen Behandlungsmethoden, beziehungsweise zu schweren Behinderungen durch diese Fehlergebnisse kommt.

## Zur Verwendung gekommenes Material

Tabelle 11

### Betroffener Teil

| Verwend.<br>Material | M<br>II- V | GG<br>II-V | MG+GG<br>II-V | Ben-<br>nett | M <sub>I</sub> | GGD <sub>1</sub> | EGD <sub>1</sub> |
|----------------------|------------|------------|---------------|--------------|----------------|------------------|------------------|
| "T"-<br>Platten      | 3          | 2          | 1             | 2            | 2              | -                | -                |
| gerade<br>Platten    | 9          | 9          | 1             | 3            | 2              | 6                | 2                |
| Schrau-<br>ben       | 5          | 3          | -             | 2            | -              | 2                | -                |
| Kirschner-<br>Drähte | 4          | 2          | 10            | -            | -              | 3                | 1                |

Für die Mittel- und Endgliedfrakturen des II. - V. Strahles fanden fast ausschließlich Kirschnerdrähte Verwendung, da die geringe Größe dieser Handteile fast nie eine stabile Osteosynthese erlaubt.

Demgegenüber überwiegen an den anderen Skelettabschnitten die geraden Platten, bei sonst etwa gleicher Verteilung der übrigen Osteosynthesematerialien.

Es fällt auf, daß die Verwendung von Kirschnerdrähten bei Frakturen des Metacarpale I, vor allem der Bennett'schen Fraktur, fehlt, was darauf zurückzuführen ist, daß die Kirschnerdrahtfixierung ( wie z.B. das Verfahren nach Gedda-Moberg, Lit. 11 ) zugunsten der übergangsstabilen Osteosynthese mit Platten oder Schrauben ( Naviculare-Schraube ) verlassen worden ist. (35)

a) Untersuchungsmethoden und Ergebnisse der einzelnen Handteile

1. Funktionelles Ergebnis der Strahlen II - V

Gemessen wurden mit dem Fingerzirkel die Winkel, die die Gelenke bei maximaler Beugung und Streckung bildeten.

Aufgezeichnet wurden alle Ausschläge der aktiven Bewegung und die der passiven Bewegung, wenn sie von denen der aktiven Bewegung oder denen der Gegenseite Abweichungen zeigten. Ferner wurden Alduktion und Abduktion in Streckstellung aufgezeichnet und bei unvollständigem Faustschluß der Abstand zwischen Fingerkuppen und Handfläche bei maximaler Beugung gemessen.

Zur Bewertung der erzielten Fingerbeweglichkeit, die die Grundlage der gesamten Ergebnisbewertung darstellt, wurde das Klassifizierungsschema von Kogge (19), modifiziert nach Köhler (18) verwendet, das als Bewertungsgrundlagen die zusammengesetzte Beugung, den Fingerkuppenhandabstand und das Extensionsdefizit hat.

Bewertungsschema der Fingerbeweglichkeit nach Kogge (18,19)

- |                 |                                                                                                                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. sehr gut     | Beweglichkeit normal<br>zusammengesetzte Beugung größer als $210^{\circ}$<br>Streckverlust bis $10^{\circ}$<br>volle Kraft bei Faustschluß                            |
| 2. gut          | geringe Bewegungseinschränkung<br>Fingerkuppenhandabstand bis 1,5 cm<br>zusammengesetzte Beugung $200^{\circ}$ - $210^{\circ}$<br>Extensionsdefizit bis $30^{\circ}$  |
| 3. befriedigend | mittlere Bewegungseinschränkung<br>Fingerkuppenhandabstand bis 2,5 cm<br>zusammengesetzte Beugung $180^{\circ}$ - $200^{\circ}$<br>Extensionsdefizit bis $30^{\circ}$ |
| 4. ausreichend  | starke Bewegungseinschränkung<br>Fingerkuppenhandabstand bis 4 cm<br>zusammengesetzte Beugung $160^{\circ}$ - $180^{\circ}$<br>Extensionsdefizit bis $40^{\circ}$     |
| 5. schlecht     | fast funktionsuntüchtig<br>Fingerkuppenhandabstand größer als 4 cm<br>zusammengesetzte Beugung unter $160^{\circ}$<br>Extensionsdefizit größer als $40^{\circ}$       |
| 6. Mißerfolg    | funktionsuntüchtig                                                                                                                                                    |
| Zusatz          | EG + MG = Wackelgelenk oder steif                                                                                                                                     |

a' Funktionelles Ergebnis

Tabelle 12

Betroffener Teil

| Ergebnis:    | M II-V | GG II-V | MG+EGII-V<br>mit<br>Zusatz | MG+EGII-V<br>ohne<br>Zusatz |
|--------------|--------|---------|----------------------------|-----------------------------|
| sehr gut     | 11     | 1       | 1                          | 2                           |
| gut          | 3      | 1       | 1                          | 1                           |
| befriedigend | -      | 1       | 3                          | 4                           |
| ausreichend  | -      | -       | -                          | -                           |
| schlecht     | 4      | 9       | 1                          | 3                           |
| Mißerfolg    | 3      | 3       | 7                          | 3                           |

b' Aufschlüsselung der Faktoren, welche die Erzielung eines günstigen Behandlungsergebnisses erschweren

Als erschwerende Faktoren wurden gewertet:

Das Vorliegen von Trümmerfrakturen, offenen Frakturen, offenen Trümmerfrakturen, zusätzliche Sehnendurchtrennungen, alten Frakturen, die therapeutische Anwendung der Arthrodesen und in 2 Fällen eine vorher vorhandene Osteomyelitis.

Um gleichzeitig die Bedeutung dieser Faktoren für die in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse zu zeigen, wurden die Ergebnisse in günstige (Kogge 1-3) und ungünstige (Kogge 4-6) unterteilt und danach die erschwerenden Faktoren aufgeschlüsselt.

# Erschwerende Faktoren und Behandlungsergebnis

Tabelle 13

| Betroffener Teil       | M II-V  |                | GG II-V |                | MG+EG II-V |                |
|------------------------|---------|----------------|---------|----------------|------------|----------------|
| Ergebnis               | günstig | un-<br>günstig | günstig | un-<br>günstig | günstig    | un-<br>günstig |
| gesamt                 | 14      | 7              | 3       | 12             | 7          | 6              |
| Trümmer-Frakturen      | 1       | -              | -       | -              | -          | -              |
| offene Frakturen       | 2       | -              | 1       | 2              | 1          | 1              |
| Trümmer-Fr. offen      | -       | 5              | -       | 6              | 3          | 5              |
| Sehnen-Durchtrennungen | -       | 5              | -       | 6              | 4          | 4              |
| Arthrodesen            | -       | -              | -       | -              | 2          | 5              |
| alte Frakturen         | 6       | 4              | 1       | 5              | -          | 2              |
| Osteomyelitis          | -       | 2              | -       | -              | -          | -              |

## 2. Funktionelles Ergebnis des I. Strahles

Die Beweglichkeit von Grundgelenk und Endgelenk wurde wie bei den Fingern gemessen.

Als Maß für die Oppositionsfähigkeit wurde der Abstand der Daumenspitze von der Handfläche über der Basis des III.

Fingers bei maximaler Opposition genommen, als Maß für die Adduktionsfähigkeit der Abstand der Daumenspitze von der ulnaren Handkante bei maximaler Adduktion. ( Böhler, Lit.3)

Als Maß für die Extension wurden der Abstand der Daumen - spitze von der Tischoberfläche bei aufgelegter Hand und in maximaler Extension und der Winkel der ersten Kommissur gemessen.

Da auch beim Daumen die Beweglichkeit individuell sehr unterschiedlich ist, wurden auch hier alle Angaben als Defizit gegenüber der Gegenseite gemacht.

Die mit dem Fingerzirkel gemessenen Bewegungsausschläge von Grund- und Endgelenk wurden dabei in Anlehnung an das Kogge'sche Bewertungsschema addiert und ihre Summe verglichen , da die Einzelbewertung keine besonderen Aufschlüsse erwarten läßt.

a' Funktionelle Ergebnisse des 1. Strahles

Tabelle 14

Betroffener Teil

| Bewegung                  | Bennett(7) | M <sub>1</sub> (4) | GG (12)    | EG (3) |
|---------------------------|------------|--------------------|------------|--------|
| <u>Flexionsdefizit</u>    |            |                    |            |        |
| keines                    | 3          | 1                  | -          | 2      |
| - 10°                     | 2          | 1                  | 1          | -      |
| - 20°                     | -          | -                  | -          | 1      |
| - 30°                     | -          | 1                  | 3          | -      |
| - 40°                     | 2          | -                  | 1          | -      |
| - 50°                     | -          | -                  | 1          | -      |
| - 60°                     | -          | -                  | 5          | -      |
| <u>Extensionsdefizit</u>  |            |                    |            |        |
| keines                    | 6          | 2                  | 2          | 3      |
| - 10°                     | 1          | -                  | 2          | -      |
| - 20°                     | -          | 1                  | 3          | -      |
| - 30°                     | -          | -                  | 4          | -      |
| <u>Adduktionsdefizit</u>  |            |                    |            |        |
| keines                    | 4          | 1                  | 5          | 1      |
| - 1 cm                    | -          | 2                  | 3          | 1      |
| - 2 cm                    | -          | -                  | 3          | 1      |
| - 3 cm                    | 3          | -                  | -          | -      |
| <u>Oppositionsdefizit</u> |            |                    |            |        |
| keines                    | 3          | 1                  | 5          | 2      |
| - 1 cm                    | 1          | 1                  | 5          | 1      |
| - 2 cm                    | -          | 1                  | 1          | -      |
| - 3 cm                    | 2          | -                  | -          | -      |
| - 5 cm                    | 1          | -                  | 1 amputat. | -      |

# b' Aufschlüsselung der erschwerenden Faktoren

Es wurden die gleichen Faktoren wie bei den Ergebnissen von D II-V berücksichtigt. Als ungünstig wurden Ergebnisse eingestuft, bei denen ein Oppositionsdefizit oder Adduktionsdefizit von mehr als 2 cm oder ein Flexions- beziehungsweise Extensionsdefizit über 30° gefunden wurde.

Tabelle 15

| Betroffener Teil       | Bennett |          | M I   |          | GG I  |          | EG I  |          |
|------------------------|---------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
|                        | gstg.   | un-gstg. | gstg. | un-gstg. | gstg. | un-gstg. | gstg. | un-gstg. |
| gesamt                 | 4       | 3        | 3     | -        | 4     | 7        | 3     | -        |
| Trümmer-Frakturen      | -       | -        | -     | -        | -     | -        | -     | -        |
| offene Frakturen       | -       | -        | -     | -        | -     | -        | 1     | -        |
| Trümmer-Fr. offen      | -       | -        | 2     | -        | 2     | 7        | 1     | -        |
| Sehnen-Durchtrennungen | -       | -        | -     | -        | 1     | 3        | 1     | -        |
| Arthrodesen            | -       | 3        | -     | -        | -     | 2        | -     | -        |
| alte Frakturen         | -       | 3        | -     | -        | -     | 2        | 1     | -        |
| Osteomyelitis          | -       | -        | -     | -        | -     | 1        | -     | -        |

Zu der Einteilung in günstige und ungünstige Ergebnisse der Grundgliedfrakturen ist zu sagen, daß sie sich nur auf die isolierte Funktion der betroffenen Gelenke (Grund- u. Mittelgel.) beziehen, während die Gesamtfunktion des Daumens bei allen diesen Patienten gut war.

Da die Gesamtklassifizierung der Beweglichkeit nach Kogge nur für die Finger und nicht für den Daumen gilt, müssen die Ergebnisse der Beweglichkeitsmessung des Daumens extra angeführt werden. Auf eine Gesamtklassifizierung wurde absichtlich verzichtet, da die Bewegungen für seine Funktion von sehr unterschiedlicher Bedeutung sind. Die entscheidende Funktion ist hier die Oppositionsfähigkeit. Auch der Adduktion ist wohl noch größere Bedeutung für die Gegenspielfunktion des Daumens zuzuschreiben als seiner Beuge- und Streckfähigkeit. Ein in Grund- und Endgelenk steifer Daumen, der oppositions- und adduktionsfähig ist, kann noch als Gegenspieler der Finger für den Greifvorgang dienen - umgekehrt ist das nicht mehr möglich.

In die Tabelle für das Extensionsdefizit wurde je nach dem, wo sich der größere Fehler zeigte, die mit dem Fingerzirkel geressene zusammengesetzte Extension oder der Winkel der ersten Kommissur aufgenommen.

### 3. Kraftmessung

Die Kraftmessung erfolgte mit einem Gummiball, der an eine Skala angeschlossen ist, die den ausgeübten Druck in  $\text{Kp/cm}^2$  anzeigt.

Da die absoluten Werte zu stark schwanken, um einen direkten Vergleich zu erlauben, wurde als Vergleichswert die Kraftminderung der verletzten Hand gegenüber der gesunden angegeben. Da die Meßmethode relativ grob ist, genügt es, die Kraftminderung in großen Stufen anzugeben.

Folgende Stufen wurden angegeben:

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| <u>gut:</u>          | keine Kraftminderung     |
| <u>befriedigend:</u> | Kraftminderung bis 25 %  |
| <u>mäßig:</u>        | Kraftminderung bis 50 %  |
| <u>schlecht:</u>     | Kraftminderung über 50 % |

Tabelle 16

Ergebnisse

| betr. Teil | gut | befriedigend | mäßig | schlecht |
|------------|-----|--------------|-------|----------|
| M II-V     | 9   | 2            | 2     | 8        |
| GG II-V    | 4   | 3            | 2     | 6        |
| MG+EGII-V  | 3   | -            | 6     | 1        |
| Bonnett    | 4   | -            | 1     | 2        |
| M. I       | 2   | 1            | 1     | -        |
| GGD I      | 3   | 2            | 3     | 3        |
| LGD I      | 1   | 1            | -     | 1        |

Die schlechten Ergebnisse zeigten sich fast nur bei schweren offenen und kombinierten Handverletzungen, so daß sie wohl kaum als unmittelbare Operationsfolge anzusehen sind.

Ferner zeigen sie einen unmittelbaren Zusammenhang mit den funktionellen Ergebnissen, so daß eine gesonderte Beurteilung unterbleiben kann.

#### 4. Griffformen

Geprüft wurden:

- Grobgriff: Faustschluß
- Spitzgriff: Berührung von Finger- und Daumenspitze
- Feingriff: Wie Spitzgriff mit Festhalten eines Schreibheftes
- Klemmgriff: Drehen eines Schlüssels

Tabelle 17

#### Ergebnisse

| betr.<br>Teil | Grobgriff<br>möglich | Grobgriff<br>unmöglich | Spitzgriff<br>möglich | Spitzgriff<br>unmöglich |
|---------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| M II-V        | 14                   | 7                      | 18                    | 3                       |
| GG II-V       | 8                    | 7                      | 12                    | 3                       |
| MG+EGII-V     | 5                    | 5                      | 5                     | 4                       |
| Bennett       | 7                    | -                      | 4                     | 3                       |
| M I           | 4                    | -                      | 2                     | 2                       |
| GGD I         | 10                   | 1                      | 9                     | 3                       |
| EGD I         | 3                    | -                      | 3                     | -                       |
|               | Feingriff<br>möglich | Feingriff<br>unmöglich | Klemmgriff<br>möglich | Klemmgriff<br>unmöglich |
| M II-V        | 18                   | 3                      | 19                    | 2                       |
| GG II-V       | 11                   | 3                      | 11                    | 2                       |
| MG+EGII-V     | 5                    | 4                      | 6                     | 3                       |
| Bennett       | 4                    | 3                      | 5                     | 2                       |
| M I           | 2                    | 2                      | 3                     | 1                       |
| GGD I         | 3                    | 3                      | 10                    | 2                       |
| EGD I         | 9                    | 2                      | 1                     | -                       |

## 5. Narbenverhältnisse

Die Narbenverhältnisse wurden wie folgt bewertet:

|                      |                                                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <u>gut:</u>          | reizlos, weich, gut verschieblich                                   |
| <u>befriedigend:</u> | derb, gut verschieblich und weich,<br>schlecht verschieblich        |
| <u>mäßig:</u>        | derb, schlecht verschieblich                                        |
| <u>schlecht:</u>     | derb, nicht verschieblich, oder hypertrophiert oder sehr ausgedehnt |

Tabelle 18

### Ergebnisse

| betr. Teil | gut | befriedigend | mäßig | schlecht |
|------------|-----|--------------|-------|----------|
| M II-V     | 13  | 2            | 2     | 4        |
| GG II-V    | 11  | 1            | 3     | 1        |
| MG-EGII-V  | 1   | -            | 4     | 6        |
| Lenz       | 4   | 3            | -     | -        |
| N 1        | 2   | 1            | 1     | -        |
| GGD I      | 3   | 5            | 3     | -        |
| EGD I      | 2   | -            | 1     | -        |

Schlechte Narbenverhältnisse wurden durchwegs nur nach schwersten offenen Handverletzungen beobachtet.

## 6. Durchblutung

Als Maß für die Durchblutung konnte leider nur die subjektive Angabe des Patienten genommen werden, ob die Hand oder das Wundgebiet schneller als früher oder schneller als die andere Hand abkühlt.

### Bewertung:

|                      |                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <u>gut:</u>          | kühlt nicht ab                                                             |
| <u>befriedigend:</u> | nur verletztes Gebiet kühlt schnell ab                                     |
| <u>mäßig:</u>        | nur verletztes Gebiet ist dauernd kalt<br>oder ganze Hand kühlt schnell ab |
| <u>schlecht:</u>     | ganze Hand ist dauernd kalt                                                |

Tabelle 19

### Ergebnisse

| betr. Teil | gut | befriedigend | mäßig | schlecht |
|------------|-----|--------------|-------|----------|
| M II-V     | 9   | 8            | 3     | 1        |
| GG II-V    | 6   | 7            | 2     | -        |
| GG+MG II-V | 2   | 7            | 1     | -        |
| De rectt   | 3   | 4            | -     | -        |
| EG I       | 1   | 3            | -     | -        |
| GGD I      | 4   | 7            | 1     | -        |
| EGD I      | 1   | 2            | -     | -        |

Stärkere Störungen waren auch hier nur nach schweren Verletzungen zu beobachten.

Wieweit die relativ hohe Zahl an geringgradigen Störungen als Operationsfolge anzusehen ist, ist nicht nachweisbar.

## 7. Nervenverhältnisse

Da keine Patienten motorische Ausfälle hatten, wurde hauptsächlich die Sensibilität mit folgenden beiden Tests geprüft:

### a) Münzaufsammelttest

Die Patienten mußten dabei mit geschlossenen Augen sechs verschiedene Münzen durch betasten mit den Fingern der verletzten Hand erkennen.

Bewertung:

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| <u>gut:</u>          | Erkennung von 100 %            |
| <u>befriedigend:</u> | Erkennung von 75 %             |
| <u>mäßig:</u>        | Erkennung von 50 %             |
| <u>schlecht:</u>     | Erkennung von 25 % und weniger |

### b) Zwei - Punkte - Unterscheidungsvermögen

Der Patient muß dabei mit geschlossenen Augen spüren können, ob mit einer oder beiden Spitzen eines Stechzirkels seine Hand berührt wird.

Maß für die Sensibilität ist der Abstand der Zirkelspitzen, bei dem der Patient sicher spürt, daß beide Spitzen seine Hand berühren.

Wegen der großen individuellen Unterschiede ( an den Fingerspitzen, der Stelle der größten Empfindlichkeit, ließen sich bei verschiedenen Patienten an den gesunden Händen unterschiede bis zu 10 mm feststellen ) hat es keinen Zweck, das absolute Maß anzugeben. Daher wurde der Unterschied zur gleichen Stelle an der gesunden Hand angegeben.

um eine Einstufungsmöglichkeit für die Sensibilitätsverhältnisse zu erhalten, genügt es, diese Untersuchung mit 5 mm-Abständen durchzuführen.

Bewertung:

|                      | Differenz nur im<br>verletzten Gebiet | Differenz in<br>größerem Gebiet |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| <u>gut:</u>          | 5 mm                                  | keine                           |
| <u>befriedigend:</u> | bis 10 mm                             | keine                           |
| <u>mäßig:</u>        | bis 15 mm                             | bis 5 mm                        |
| <u>schlecht:</u>     | bis 20 mm und mehr                    | über 5 mm                       |

Tabelle 20

| betr. Teil | gut | befriedigend | mäßig | schlecht |
|------------|-----|--------------|-------|----------|
| M II-V     | 10  | 8            | 2     | -        |
| GG II-V    | 9   | 4            | 1     | -        |
| LG+EGII-V  | 6   | 2            | 1     | -        |
| Bennett    | 2   | 4            | 1     | -        |
| M I        | 2   | 1            | 1     | -        |
| GGD I      | 6   | 5            | -     | -        |
| ECD I      | 2   | 1            | -     | -        |

Auch hierbei gilt das gleiche wie für die Durchblutungs -  
störungen. Einer kleinen Anzahl größerer Störungen, denen durch-  
wegs schwere Verletzungen zugrunde liegen, stehen eine größere  
Anzahl geringgradiger Störungen gegenüber, deren ursächli-  
che Zuordnung nicht einwandfrei möglich ist.

Zu Test a) : Bei diesem Test hatten nur 5 Personen das Ergeb-  
nis "mäßig" oder "schlecht" - keiner "befriedigend" -, bei denen  
sich aber im Zwei - Punkte - Unterscheidungsvermögen kein fest-  
stellbarer Sensibilitätsverlust zeigte, sodaß der Wert dieses

Tests zur Feststellung der Sensibilität als nur gering einzuschätzen ist.

Bei insgesamt 6 Patienten ( ebenfalls sämtliche mit schweren Verletzungen ) waren vasomotorische Störungen in Form von anfallsweisem Schwitzen der Hand oder des Wundgebietes festzustellen.

#### 8. Hautbeurteilung

In insgesamt 21 Fällen war die Haut im Wundgebiet atrophisch ( 15 ) oder livide ( 6 ) . Auch hier lagen durchwegs schwere Verletzungen vor.

#### 9. Tinnel'sches Zeichen

Die Prüfung erfolgte durch Beklopfen der Nervenbahnen und war bei insgesamt 13 Patienten positiv, ohne allerdings besonders ausgeprägt zu sein, sodaß die Bildung größerer Narbenneurome nicht anzunehmen ist.

#### 10. Morbus Sudeck

Die klinischen und röntgenologischen Anzeichen für das Vorhandensein eines Morbus Sudeck waren in keinem Fall gegeben.

#### 11. Messung des Handumfanges

Die Messung des Handumfanges in Höhe der proximalen Beuge - falte und der Mittelhandköpfchen ergab keine auswertbaren Ergebnisse.

Geringfügige Verminderungen des Umfanges der verletzten Hand ( um 1 cm bei 18 Patienten, um 2 cm bei 9 Patienten ) fanden sich meist bei Verletzungen der linken Hand, die ja bei Rechtshändern oft etwas schwächer ausgebildet ist. bei 7 Patienten fand sich eine Vermehrung des umfanges der verletzten Hand gegenüber der gesunden um 1 cm, was wohl auf starke Vernarbung zurückzuführen ist.

## 12. Röntgenaufnahmen

An Hand der Röntgenaufnahmen wurden die Durchbauung der Fraktur und das erzielte anatomische Ergebnis beurteilt.

Dabei ergab sich, daß nur in einem einzigen Fall eine Fraktur nach mehr als 2 Monaten post operationem noch nicht vollständig durchgebaut war. In allen anderen Fällen ließ sich nach mehr als 2 Monaten ein vollständiger Durchbau der Fraktur nachweisen.

Einen Sonderfall stellte ein Substanzverlust am Endglied des Daumens durch eine floride, schon praeoperativ entstandene Osteomyelitis dar.

Die anatomische Stellung war in allen Fällen regelrecht außer in einem, bei dem ein Rotationsfehler in den Grundgliedern III und IV nachgewiesen wurde. Eine in der Regel erfolgreiche Nachoperation konnte wegen der Weigerung des Patienten nicht vorgenommen werden.

## b) Vergleich der Ergebnisse

### 1. Metacarpalia II - V

Bei einer Gesamtzahl von 21 Fällen wurden sämtliche Materialien verwendet unter Bevorzugung der geraden Platten.

Im funktionellen Ergebnis stehen zwei Drittel sehr gute (11) bis gute (3) Fälle einem Drittel schlechter (4) Ergebnisse bis Mißerfolge (3) gegenüber.

Bis auf eines ( Fraktur von M IV und M V bei Sturz auf die Hand, post operationem Bewegungseinschränkung von D IV und D V durch starke Narbenbildung und Strecksehnenadhaesion ) fanden sich alle schlechten Ergebnisse bei schweren Ausgangsverletzungen ( Kreissäge-, Beilhieb-, Maschinenverletzungen ) oder bei alten Verletzungen (4), wobei 2 Fälle ,bei denen die Osteosynthese nur der Ausheilung einer bereits vorhandenen Osteomyelitis diente, besonders ins Gewicht fallen.

Für viele dieser Fälle kann man sagen, daß den Patienten durch die Osteosynthese eine Amputation erspart wurde, die bei Beschränkung auf die herkömmlichen Verfahren nicht zu umgehen gewesen wäre ( z.B. bei den Osteomyelitisfällen ), sodaß die Erhaltung einer, wenn auch beschränkten, Funktionsfähigkeit zumindest teilweise als Erfolg gewertet werden darf.

Das spiegelt sich auch in der Selbsteinschätzung der Ergebnisse durch die Patienten wieder, wobei 6 der 7 Patienten, deren Ergebnisse nach Kogge als schlecht oder Mißerfolg beurteilt werden mußten, den erreichten Zustand als gebessert empfanden und nur einer angab, daß durch die Operation eine Verschlechterung eingetreten sei.

Die, im Sinne einer strengen Begutachtung, guten Erfolge wurden dabei nicht nur in unkomplizierten Fällen erreicht, sondern auch in Fällen, in denen alte Verletzungen vorlagen, bei denen also die konservativen Behandlungsverfahren bereits erfolglos geblieben waren.

Bei der Messung der Kraft stehen etwas mehr als 50 % gute und befriedigende Ergebnisse etwas unter 50 % mäßige und schlechte Ergebnisse gegenüber.

Über die Ursache des etwas schlechteren Verhältnisses gegenüber dem funktionellen Ergebnis kann man nur Vermutungen äußern. Vielleicht ist dafür die Tatsache mitverantwortlich, daß Mittelhandverletzungen auch bei Anwendung von Osteosynthese zu einer stärkeren Immobilisierung der betroffenen Hand im Ganzen führen, als die Verletzungen nur einzelner Finger. (Das gleiche Verhältnis kann bei Frakturen des Os metacarpale 1, vor allem der Bennett'schen Fraktur beobachtet werden.)

Zur Wertung dieser Tatsache ist noch zu sagen, daß sich nur ein geringer Teil der Patienten durch den relativen Kraftverlust subjektiv behindert fühlte, so daß man diesen Faktor nicht zu hoch in Rechnung stellen darf.

Die Griffformen geben im Groben das funktionelle Ergebnis wieder und zeigen daher noch etwas günstigere Resultate, die aber wegen der Ungenauigkeit der Prüfung nicht überbewertet werden dürfen, da hierfür mit der Kogge'schen Klassifizierung eine genauere Methode zur Verfügung steht. Sie bestätigen jedoch in den meisten Fällen die Richtigkeit des dort gewonnenen Eindrucks in anschaulicher Weise.

Für Narbenverhältnisse, Durchblutung und Sensibilität gilt, wie oben gesagt, daß schlechte Ergebnisse nur nach schweren Verletzungen gefunden wurden, und selbst dort nur in einem kleinen Teil der Fälle ( z.B. mäßig bis schlechte Sensibilität nur in 3 Fällen ) .

Zusammenfassend ist zu sagen, daß mit zwei Drittel aller Fälle ein sehr hoher Prozentsatz mit sehr gut bis gut bewertet werden konnte.

## 2. Grundglieder II - V

Bei 15 Fällen wurden ebenfalls sämtliche Metallimplantate verwendet, auch hier wieder unter deutlicher Bevorzugung der geraden Platten ( 9 mal gegenüber 7 mal anderen Materialien ).

Das funktionelle Ergebnis ist hier deutlich schlechter als bei den Mittelhandknochen.

Die sehr guten bis befriedigenden Ergebnisse stehen gegenüber den schlechten Ergebnissen und Mißerfolgen in einem Verhältnis von 1 : 4 .

Die Erklärung dafür ist wohl eindeutig in der eingangs erwähnten anatomischen Besonderheit dieser Region zu suchen , die dem Operateur sicher weniger Chancen für ein erfolgreiches Eingreifen bietet, als das anatomisch relativ (!) weniger komplizierte Mittelhandgebiet.

Zur Gesamtbewertung der Funktion ist allerdings auch hier zu sagen, daß bei einem großen Teil der schlechten Ergebnisse schwere Verletzungen ( 6 mal offene Trümmerfrakturen, 6 Fälle mit begleitenden Sehnenverletzungen ) oder alte Frakturen

( 5 mal ) vorlagen. Ebenso wie bei den Metacarpalfrakturen ist sicher manchen Patienten die Amputation eines Fingers durch die Osteosynthese erspart worden. Auch entziehen sich leider die sicher durch die Behandlung alter Verletzungen erzielten Funktionsverbesserungen der Begutachtung, da der vorher bestandene Zustand nicht mehr objektiv feststellbar war. Sicher ist jedoch, daß ein teilweise bewegungseingeschränkter, aber stabiler und schmerzfreier Finger für die Gesamtfunktion der Hand günstiger ist, als ein instabiler und dauernd schmerzhafter. Das deckt sich auch mit den mündlichen Angaben der betreffenden Patienten, von denen 9 das erzielte Ergebnis als gut oder zumindest gebessert bezeichneten ( nur ein Patient gab an, daß keine Besserung eingetreten sei ) . Leider ist diese Tatsache jedoch mit dem Kogge - Schema, das nur die absolute Beweglichkeit zugrunde legt, nicht objektivierbar.

Die Ergebnisse der Kraftmessung sind mit etwa gleicher Verteilung günstiger und ungünstiger auch hier stark abweichend von den funktionellen, was wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß bei Anwendung der Osteosynthese bei einzelnen Fingern eine längere Immobilisierung der betroffenen Hand als Ganzes vermieden werden kann.

Auch die Griffformen zeigen gegenüber den Mittelhandknochen deutlich ungünstigere Ergebnisse, wenngleich sie auch hier etwas günstiger liegen, als die funktionellen Ergebnisse,

Die Ergebnisse für Narbenverhältnisse, Durchblutung und Sensibilität fallen auffallend günstig aus, was aber hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß Unterschiede wegen der geringen Größe des Wundgebietes nur schwer meßbar und realisierbar sind. Daher kommt diesen Untersuchungen für dieses Gebiet nur geringe Bedeutung zu.

### 3. Mittel - und Endglieder II - V

Bei insgesamt 13 Fällen wurden hauptsächlich Kirschner-Drähte verwendet ( 10 gegenüber je 1 geraden Platte und 1 "T"-Platte ). In einem Fall war nicht mehr in Erfahrung zu bringen welches Material verwendet worden war.

Die häufige Verwendung des Kirschner - Drahtes erklärt sich daraus, daß die Größenverhältnisse dieser Knochen häufig die Anwendung von Platten oder Schrauben nicht mehr gestatten(37). Daher fällt natürlich auch die Beurteilung dieser Gebiete etwas aus dem Rahmen der Arbeit, da der Kirschner - Draht, wie oben erwähnt, keine stabile Osteosynthese ermöglicht.

Die funktionellen Ergebnisse sind etwas weniger ungünstig als die der Grundgliedfrakturen, aber eindeutig schlechter als die der Metacarpelfrakturen. Interessant ist hierbei, daß die Funktionsbewertung unterschiedlich ausfällt, wenn man den Zusatz der Kogge - Bewertung, der eine Versteifung im Mittel- oder Endgelenk als Mißerfolg einstuft, wegläßt und nur die Bewegungsfunktionen bewertet.

Mit Zusatz stehen 7 Mißerfolge und 1 schlechtes Ergebnis 5 mit sehr gut bis befriedigend bewerteten Ergebnissen gegen-

über. Ohne Zusatz sind nur noch 3 Mißerfolge und 3 schlechte Ergebnisse zu verzeichnen und 7 mal sehr gute bis befriedigende Ergebnisse. Es ist wohl berechtigt, den Zusatz nicht mit zu berücksichtigen, da im Mittel- und Endgliedbereich hauptsächlich schwere offene Trümmerfrakturen ( 5 von 6 mit ungünstigem Ergebnis und 3 von 7 mit günstigem Ergebnis ) mit schweren Begleitverletzungen ( je 4 Sehnedurchtrennungen ) oder alte Frakturen ( 2 ) behandelt wurden, wobei das Operationsziel mehr die Erhaltung der Funktion der ganzen Hand war, als die Restitution der vollen Beweglichkeit der peripheren Gelenke. Das beweisen auch die Tatsachen, daß bei 5 der ungünstig und 2 der günstig beurteilten Fälle die Operation in einer Arthrodesis eines der peripheren Gelenke bestand, und

5 der funktionell als ungünstig beurteilten Patienten der bei ihnen erreichten Zustand als gebessert und zufriedenstellend bezeichneten, während nur einer keine Besserung empfand. Anzumerken ist noch, daß günstige und ungünstige Ergebnisse sich auf die verwendeten Materialien etwa gleich verteilen ( 1 mal ungünstig mit gerader Platte, 1 mal günstig mit "T" - Platte, der Rest der Ergebnisse verteilt sich auf die mit Kirschner - Drähten behandelten Frakturen ) .

Das mäßige funktionelle Ergebnis ist wohl aber auch auf die sehr geringen anatomischen Operationsmöglichkeiten in diesem Gebiet der Hand und auf die Tatsache, daß man sich deswegen nur in Extremfällen zur Osteosynthese entschlossen hat ( s.o. ), zurückzuführen.

Das gleich verhältnis von guten und schlechten Ergebnissen spiegelt sich auch bei der Messung der Kraft und der Beurteilung der Narbenverhältnisse wieder, während die Ergebnisse von Durchblutungs- und Sensibilitätsverhältnissen günstig sind, da auch hier wieder die meßbaren Unterschiede zu gering sind, um Aussagen zuzulassen und auch für die Patienten irgendwie ins Gewicht zu fallen.

#### 4. Bennett'sche Fraktur

Bei insgesamt 7 Fällen wurden hauptsächlich gerade Platten bei 1 "T" - Platte und 1 Schraube verwendet. In 1 Fall war die Art des verwendeten Materials nicht mehr zu ermitteln.

Die funktionellen Ergebnisse sind bei den frisch behandelten Fällen durchwegs günstig.

Die 3 Fälle mit schlechten Ergebnissen ( vor allen für die Oppositionsfunktion ) müssen für sich beurteilt werden, da die vorgenommene Operation in einer Arthrodesse des Sattel - Gelenkes nach schwerer Arthrose bestand und es sich daher von vorneherein nur um Palliativoperationen zur Schmerzbeseitigung handelte.

Auch bei den Griffformen fallen hauptsächlich die 3 oben genannten Fälle ins Gewicht.

Die Ergebnisse für die Narbenverhältnisse und Durchblutungsverhältnisse sind durchwegs günstig.

Bei der Beurteilung der Sensibilitätsverhältnisse fällt nur ein Fall ungünstig aus dem Rahmen, bei dem ein Gebiet von 1,5 mal 4 cm parallel zur Operationsnarbe gefühllos gefunden wurde.

## 5. Metacarpale I außer Bennett

In 4 Fällen wurden nur Platten verwendet.

Das funktionelle Ergebnis zeigte in 2 Fällen nur geringfügige Einschränkungen, in einem weiteren etwas stärkere mit einem Flexionsdefizit von  $-30^{\circ}$ , einem Extensionsdefizit von  $-20^{\circ}$ , einem Adduktionsdefizit von  $-1$  cm und einem Oppositionsdefizit von  $-2$  cm. Auch dieses Ergebnis darf man durchaus als befriedigend bezeichnen, was auch mit der Selbsteinschätzung des Patienten übereinstimmt (er empfand den erreichten Zustand als gebessert und zufriedenstellend).

Die guten Ergebnisse sind noch höher einzuschätzen, wenn man bedenkt, daß bei 2 der 3 Fälle offene Trümmerfrakturen vorlagen.

Ein Fall konnte nicht funktionell beurteilt werden, da es bei dem dreijährigen Mädchen, das wegen Triphalangie des 1. Strahles beider Hände nach Littler - Barskey (41) operiert worden war, wegen des Alters nicht möglich war, Bewegungsausschläge, Kraft etc. richtig zu messen. Vom Aspekt her schien das Ergebnis auf der linken Seite gut zu sein, während auf der rechten Seite der Daumen steif und im Wachstum zurückgeblieben war ( $1,5$  cm kürzer als der linke).

## 6. Grundglied D I

Bei insgesamt 12 Fällen wurde 6 mal die gerade Platte, 2 mal Schrauben und 3 mal Kirschner-Drähte verwendet. In einem Fall war nur "AO" vermerkt, ohne genaue Angabe des Materials. Ein Fall ist nicht in die Bewertung einzuordnen, da der Daumen nach einer Arthrodesis im Grundglied zur Ruhigstellung bei Osteomyelitis später wegen der Nichtbeherrschbarkeit der Osteomyelitis im Sattelgelenk abgesetzt werden mußte.

Die übrigen funktionellen Ergebnisse zeigen ähnliche Verhältnisse wie bei den Grundgliedfrakturen der Phalangen II - v. 4 günstigen Ergebnissen stehen 8 ungünstige gegenüber. Zur Gesamtbeurteilung ist allerdings auch hier noch auf eine besondere Häufung erschwerender Faktoren hinzuweisen. Bei den 8 als ungünstig beurteilten Fällen waren allein 7 offene Trümmerfrakturen, davon 3 mit begleitenden Sehnendurchtrennungen. In 2 Fällen wurden alte Frakturen behandelt und 2 mal bestand die Operation in einer Arthrodesis ( 1 mal Grundgelenk, 1 mal Endgelenk ), von denen eine der Ausheilung einer praeexistenten Osteomyelitis diene. Stellt man diese Tatsache in Rechnung und bedenkt man noch, daß in keinem Fall eine größere Funktionseinschränkung des Sattelgelenkes bestand, so kann man sagen, daß der Gewinn, der für die Gesamtfunktion der Hand durch Schmerzfreiheit und Stabilisierung der Phalangen bei erhaltener Funktion des Sattelgelenkes erzielt wurde, sicher höher in Rechnung zu stellen ist, als die für die Einteilung in günstige und ungünstige Ergebnisse zugrunde gelegte Beweglichkeit der peripheren Gelenke.

Das spiegelt sich auch in der Selbsteinschätzung des Ergebnisses durch die Patienten wieder, von denen nur der Patient, dessen Daumen nachträglich amputiert werden mußte, seinen Zustand als schlechter beurteilte als vor der Operation, die anderen aber als gut oder zumindest als gebessert.

## 7. Endglied D I

In 3 Fällen wurde 2 mal die gerade Platte und einmal ein Kirschner- Draht verwendet.

Das funktionelle Ergebnis zeigt nur in einem Fall eine mäßige Reduktion ( Flexionsdefizit -  $20^{\circ}$ , Extensionsdefizit -  $\emptyset$ , Adduktionsdefizit - 2 cm, Oppositionsdefizit - 1 cm ), bei dem die Kraft schlecht und die Nervenverhältnisse mäßig sind. Die übrigen Untersuchungen zeigten keine auffallenden Veränderungen. Die beiden anderen Fälle hatten durchwegs gute Untersuchungsergebnisse.

Auch hier ist die Fallzahl zu gering, um eine Aussage über die Auswirkungen der Operation als solche machen zu können. Im Rahmen der Gesamtbewertung aber fallen die Ergebnisse, vor allem in Anbetracht dessen, daß bei allen 3 Fällen erschwerende Umstände vorlagen ( 1 mal offene Trümmerfraktur, 1 mal offene Fraktur mit Sehnedurchtrennung, 1 mal alte Fraktur ), positiv ins Gewicht.

## D Diskussion

Mit der Kleinfragmentosteosynthese ist endlich ein Verfahren entwickelt worden, mit dem sich eine funktionelle Kapselbehandlung durchführen läßt, wie sie bereits von Böhler gefordert wurde, ohne daß er sie selbst mit den herkömmlichen Behandlungsverfahren in letzter Konsequenz verwirklichen konnte.

Durch die frühzeitig zu erzielende Überlaststabilität lassen sich die früher als "notwendiges Übel" bezeichneten Versteifungen infolge Knochenverschwängungen und Schrumpfung des Kapsel- und Bandapparates durch die lange Ruhigstellung bei den herkömmlichen Behandlungsverfahren vermeiden.

Voraussetzung für den Erfolg ist dabei natürlich die sorgfältige Indikationsstellung ( siehe allgemeiner Teil : Indikationen und Kontraindikationen ), da man bei falscher Indikationsstellung nur die Nachteile der herkömmlichen Verfahren mit denen der operativen Verfahren verbindet.

Ferner sollten vor dem operativen Eingriff alle allgemeinen Voraussetzungen erfüllt sein, um Mißerfolge durch mangelnde Operationsausrüstung oder mangelnde Erfahrung des Operateurs in handchirurgischen Operationstechniken zu vermeiden.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse muß die Tatsache in Rechnung gestellt werden, daß eine große Zahl schwerer kombinierter Verletzungen und alter Verletzungen vorlag.

Ferner hat die Bewertungsschema nach Korte den Nachteil, daß relative Funktionsverbesserungen, die häufig das höchst -

erreichbare Ergebnis darstellten, nur schwer signifikant zu machen sind.

Dennoch zeigt sich in der großen Zahl an guten Ergebnissen im Metacarpalbereich und im Bereich des ersten Strahles die Überlegenheit der Osteosynthese gegenüber den herkömmlichen Verfahren für die Behandlung von Frakturen dieser Skelettabschnitte. Daß die herkömmlichen Verfahren gerade bei diesen Handabschnitten häufig versagen, zeigt die hohe Anzahl alter Frakturen, die zur Behandlung kamen.

Bei den Phalangenfrakturen sind die Ergebnisse nicht so deutlich für die Osteosynthese sprechend.

Einerseits muß wohl bei der gerade hier besonders hohen Zahl an erschwerenden Faktoren noch abgewartet werden, bis eine größere Anzahl an Vergleichsergebnissen von frisch behandelten Fällen und weniger schweren Fällen zur Verfügung steht, ehe man ein endgültiges Urteil fällt.

Andererseits spiegelt sich in den Ergebnissen doch wohl auch die Tatsache wieder, daß die Phalangen auf Grund ihrer geringen Größe nur wenig Chancen für eine erfolgreiche stabile Osteosynthese bieten, so daß die Indikation hier besonders streng gestellt werden muß.

In den Ergebnissen zeigt sich ferner, daß die Erfolgsrate bei der Behandlung frischer Verletzungen wesentlich größer ist, als bei der Behandlung alter Frakturen.

Bei nicht reponierbaren, dislozierten oder nicht sicher reponierbaren Frakturen sollte daher jeder erstbehandelnde Arzt frühzeitig an die Möglichkeit einer Osteosynthesebehandlung denken und den Patienten an eine entsprechend ein-

gerichtete Klinik überweisen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, daß die Kleinfragmentosteosynthese bei entsprechender Indikationsstellung und sorgfältiger Durchführung einen großen Fortschritt gegenüber den bisherigen Behandlungsverfahren bei der Versorgung von Handskelettfrakturen darstellt.



## Literaturverzeichnis

- 1 Böhler, J.:                      Gekreuzte Bohrdrähte, einfaches Prinzip der Osteosynthese.  
Arch.Orth.Unfallchir. 47, 242 (1955)
- 2 Böhler, J.:                      Frakturen und Luxationen der Mittelhand und der Fingerglieder.  
Kongreßband zur Orthopädie 94, 455 (1960)
- 3 Böhler, L.:                      Die Technik der Knochenbruchbehandlung.  
Wilh. Maudrich-V., 12. u. 13. Aufl. Ed. I, Wien 1951  
a. Behandlung geschlossener Knochenbrüche und Verrenkungen der Mittelhand und der Finger. S. 945  
b. Brüche der Mittelhandknochen. S. 976  
c. Fingerbrüche. S. 1005
- 4 Buck-Gramcko, D.:              Die primäre Versorgung von Handverletzungen.  
Der Chirurg 39, 389 (1968)
- 5 Bunnel, S. ,  
Böhler, J.:                      Die Chirurgie der Hand.  
Wilh. Maudrich-V., Wien-Bonn-Bern-  
I. Teil 1958, II. Teil 1959  
a. Bewegungen der Hand. I. Teil, Kap. I/2 S. 50  
b. Untersuchung der Hand. I. Teil, Kap. II/3 S. 77  
c. Wiederherstellung der Hand. I. Teil, Kap. II/4 S. 106  
d. Verletzungen der Hand: Frakturen und Luxationen. II. Teil, Kap. III/13 S. 954
- 6 Burri, C., Rüedi, Th.,  
Matter, P., Pfeiffer, K.M., Rusterla, C.:      Stabile Osteosynthese: Frakturen im Handbereich.  
Aktuelle Chir. 4(5), 305 (1969)

- 7 Butler, A.A.: Skeletal reconstruction of the hand.  
Surg.clin.N.America 41, 995 (1964)
- 8 Carroll, R.E.,  
Hill, N.A.: Small joint arthrodesis in hand  
reconstruction.  
J.Bone Jt.Surg. 51 A, 1219 (1969)
- 9 Durband, M.A.: Die Osteosynthese an der hand.  
Inaug.Diss., Zürich 1969
- 10 Ender, R.J., Krottschek, Die Chirurgie der handverletzungen.  
H., Simon-weidner, R.: Springer-V. wien 1956
- 11 Gedda, K.O.,  
Moberg, E.: Open reduction and osteosynthesis of  
so-called Bennett's fraktur.  
Act.orth.scand. 22, 249 (1953)
- 12 Griffiths, J.C.: Fractures at the base of the first  
metacarpal bone.  
J.Bone Jt.Surg. 46, 712 (1964)
- 13 Heim, U.: Die Technik der operativen Behandlung  
der Metacarpalfrakturen.  
Helv.chir.Acta 36, 619 (1969)
- 14 Hellner, H., Nissen, R., Lehrbuch der Chirurgie.  
Vosschulte, K.: Thieme-V. Stuttgart 1970  
a. Sudeck-Dystrophie. S.741  
b. Operationstechnik in der Hand -  
chirurgie. S.795  
c. Frakturen und Luxationen. S.851
- 15 Iselin, M.: Chirurgie der Hand.  
Thieme-V. Stuttgart 1965
- 16 James, J.I.P.,  
Wright, T.A.: Fractures of metacarpals and proxi-  
mal and middle phalanges of the finger.  
J.Bone Jt.Surg. 48 B, 181 (1966)
- 17 Kleinschmidt, A., Zur Behandlung der Bennett'schen Frak-  
tur. der Chirurg 74, 407 (1963)

- 18 Köhler, R.: Beugesehnenverletzungen an Unter - arm und Hohlhand.  
Inaug.Diss. München
- 19 Kogge,
- 20 Lanz, T.v., Praktische Anatomie. Bd.I/3  
Wachsmuth, W.: Springer-V. Berlin-Göttingen-Heidel-  
berg 1959
- 21 Moberg, E.: Fraktures and ligamentous injuries  
of the thumb and fingers.  
Surg.clin.N.America 40, 297 (1960)
- 22 Müller, M.E., Manual der Osteosynthese.  
Allgöwer, M., Springer-V. Berlin 1969  
Willenegger, H.: a.Ziele der AO - Technik. S.2  
b.Die Osteosynthese-Methoden der  
AO. S.19  
c.Praeoperative, operative und post-  
operative Hinweise. S.93  
d.Implantate. S.100  
e.Pseudarthrosen. S.237
- 23 Pannike, A.: Osteosynthese in der Handchirurgie.  
Springer-V. Berlin 1972
- 24 Pannike, A.: Kleinfragmentosteosynthesen nach dem  
Prinzip der AO.  
Langenb.Arch.klin.Chir.325, 1210 (1969)
- 25 Pannike, A., Zugänge für die Versorgung typischer  
Schum, U.: Frakturen der Hand mit Hilfe des  
Kleinfragmentinstrumentariums der AO.  
Langenb.Arch.klin.Chir.325, 1205 (1969)
- 26 Rueff, F.L., Die Zeitwahl der Implantatentnahme  
Wilhelm, K.: nach Osteosynthese.  
Arch.Orth.Unfallchir.73, 201 (1972)

- 27 Seifert, K.E.: Die Behandlung der Finger- und Mittelhandfrakturen.  
Langenb.Arch.klin.Chir.295, 305 (1960)
- 28 Stark, H.H.: Use of internal fixation for closed fractures of phalanges and metacarpals.  
J.Bone Jt.Surg.46 A, 1365 (1964)
- 29 Streli, R.: Verwendung von Bohrdrähten zur Osteosynthese.  
Langenb.Arch.klin.Chir.287, 722 (1957)
- 30 Trojan, E.: Zur Behandlung der unstabilen Frakturen von Finger- und Mittelhandknochen.  
Langenb.Arch.klin.Chir.287, 503 (1957)
- 31 Wagner, C.J.: Transarticular fixation of fracture-dislocation of the first metacarpal joint.  
Am.J.Surg.80, 362 (1950)
- 32 Wagner, H.: Die Einbettung von Metallschrauben im Knochen und die Einheilungsvorgänge des Knochengewebes unter dem Einfluß der stabilen Osteosynthese.  
Langenb.Arch.klin.Chir.305, 28 (1963)
- 33 Wilhelm, K.: Die stabile Osteosynthese bei Frakturen des Handskeletts.  
Arch.Orth.Unfallchir.70, 275 (1971)
- 34 Wilhelm, K.: Die stabile Osteosynthese (AO) bei offenen Handskelettfrakturen.  
Arch.Orth.Unfallchir.71, 6 (1971)
- 35 Wilhelm, K.: zur Therapie von Handskelettfrakturen: Die stabile Osteosynthese bei intraartikulären und basishohen Frakturen des 1.Carpometacarpalgelenkes.  
Fortschr.d.Medizin 69/2, 1107 (1971)

- 36 Wilhelm, K.: Die stabile Osteosynthese von Grundgelenkfrakturen der Hand.  
Handchirurgie 3, 77 (1971)
- 37 Wilhelm, A.: Indikationen zur AO - Behandlung von Handskelettfrakturen.  
Münchn.med.Woschr. 115. Jahrg., 9, 371 (1973)
- 38 Willebrand, H.,  
Gottwald, A.: Stabilisierende Eingriffe am Dau -  
menstrahl.  
Handchirurgie 4, 31 (1972)
- 39 Witt, A.N.: Funktionsverbessernde Eingriffe an  
den Fingergelenken.  
Langenb.Arch.klin.Chir. 287, 541 (1957)
- 40 Witt, A.N.,  
Walcher, K.: Besondere Indikationen zur Osteo-  
synthese unter Verwendung des Instru-  
mentariums der AO bei Frakturen, Pseud-  
arthrosen und orthopädisch-chirur-  
gischen Eingriffen.  
Arch.Orth.Unfallchir. 65, 269 (1969)
- 41 Witt, A.N. ,  
Cotta, H., Jäger, M.: Die angeborenen Fehlbildungen der  
Hand und ihre operative Behandlung.  
Thieme-V. Stuttgart 1966



## Lebenslauf

Am 23.6.1944 wurde ich als Sohn des Bundesbahn-Oberrates Georg Olzowy und seiner Ehefrau Hedwig in Breslau geboren. Nach unserer Aussiedlung aus Schlesien besuchte ich von 1950 bis 1954 die Volksschule in Haltern ( Westfalen ) und nach unserem Umzug nach München noch ein weiteres Jahr die Volksschule in München-Pasing. Von 1955 bis 1964 besuchte ich das Karls-Gymnasium in München-Pasing mit dem Abitur im altsprachlichen Zweig als Abschluß.

Danach diente ich als Zeitsoldat bei der Deutschen Bundeswehr, aus der ich nach zwei Jahren als Leutnant der Reserve ausschied.

Im Wintersemester 1966/67 begann ich an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München mit dem Studium der Medizin. Nach dem Bestehen der naturwissenschaftlichen und der ärztlichen Vorprüfung absolvierte ich im Frühjahr 1972 mit Erfolg die ärztliche Prüfung.

Meine weitere Ausbildung als Medizinalassistent vollzog sich vom Januar 1973 bis zum Januar 1974 in der Chirurgischen Klinik und Poliklinik des Krankenhauses Rechts der Isar, der I. Frauenklinik der Universität München und der I. Medizinischen Klinik der Universität München.

Am Schluß meiner Arbeit erlaube ich mir, Herrn Priv. Doz.  
Dr. K. Wilhelm für die Überlassung des Themas, die Arbeits-  
möglichkeit in seiner Abteilung und die Überlassung der  
erforderlichen Unterlagen meinen verbindlichen Dank  
auszusprechen. Ferner darf ich mich für die zahlreichen  
Anregungen und sein Interesse am Fortgang der Arbeit  
bedanken.







